

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-16456

(P 2 0 0 3 - 1 6 4 5 6 A)
(43) 公開日 平成15年 1 月17日 (2003.1.17)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G06T 7/20		G06T 7/20	C 5B057
3/00	300	3/00	5C053
	400		400 A 5C054
H04N 5/765		H04N 7/173	Z 5C064
5/92		7/18	K 5L096

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全79頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-194610 (P 2001-194610)

(22) 出願日 平成13年 6 月27日 (2001.6.27)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号

(72) 発明者 近藤 哲二郎

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 永野 隆浩

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100082131

弁理士 稲本 義雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラム

(57) 【要約】

【課題】 撮像した画像を実時間で前景成分画像と背景成分画像に分離する。

【解決手段】 撮像部 7 4 により撮像された画像を、前景成分画像と背景成分画像に分離し、画像蓄積部 7 2 に蓄積させると共に、課金処理部 7 5 は、分離にかかる料金について、課金処理を実行する。このとき、分離部 9 1 は、分離した前景成分画像に動きボケ処理を施して、背景成分画像と共に合成部 9 2 に出力する。合成部 9 2 は、入力された動きボケ処理された前景成分画像と、分離された背景成分画像を合成して合成画像を生成して、表示部 7 3 に表示する。

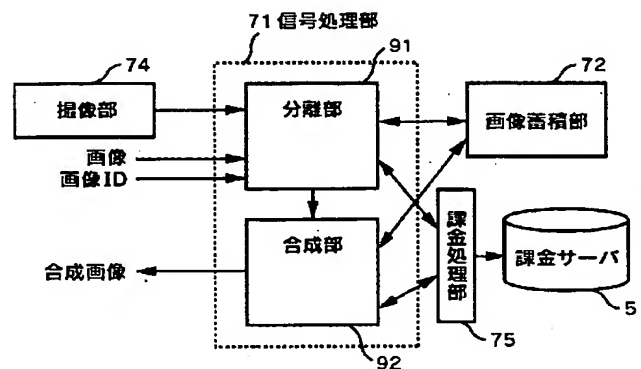


図8

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画素毎に、かつ、時間的に積分された画像を構成する光の量に応じて決定される画素値からなる画像データを入力する入力手段と、

前記入力手段により入力された画像データの、前記画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、前記画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分が混合された混合領域の混合比を推定する混合比推定手段と、

前記混合比推定手段により推定された混合比に基づいて、前記入力手段により入力された画像データを、前記画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景成分画像と、前記画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景成分画像に、実時間で分離する分離手段と、前記分離手段により分離された前記前景成分画像、および、前記背景成分画像を実時間で記憶する記憶手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 画像を構成する光を光電変換し、光電変換することで得られた電荷を時間的に積分する所定数の撮像素子により、画素毎に、かつ、時間的に積分された画像を構成する光の量に応じて決定される画素値からなる画像データとして撮像する撮像手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】 前記撮像手段に対して撮像を指令する撮像指令手段と、前記撮像指令手段の指令に応じて課金処理を実行する撮像課金手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】 前記分離手段により実時間で分離された前記前景成分画像、および、前記背景成分画像、並びに、前記記憶手段により既に記憶された前記前景成分画像、および、前記背景成分画像を表示する画像表示手段と、前記画像表示手段により表示された、前記分離手段により実時間で分離された前記前景成分画像、および、前記背景成分画像、並びに、前記記憶手段により既に記憶された前記前景成分画像、および、前記背景成分画像のうち、所望とする前景成分画像、および、背景成分画像を指定する画像指定手段と、前記指定手段により指定された所望とする前景成分画像、および、背景成分画像を合成する合成手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】 前記合成手段に対して画像の合成を指令する合成指令手段と、前記合成指令手段の指令に応じて課金処理を実行する合成課金手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】 前記記憶手段に対して、前記分離手段に

より分離された前記前景成分画像、および、前記背景成分画像の実時間での記憶をするか否かを指令する記憶指令手段と、

前記記憶指令手段の指令に応じて課金処理を実行する記憶課金手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】 前記分離手段により実時間で分離された前記前景成分画像、または、前記記憶手段により既に記憶されている前記前景成分画像の動きボケを調整する動きボケ調整手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】 前記動きボケ調整手段により動きボケ調整された前記前景成分画像を表示する動きボケ調整画像表示手段をさらに備えることを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】 前記動きボケ調整手段により動きボケ調整されている、前記前景成分画像と前記背景成分画像とを合成する合成手段をさらに備え、前記動きボケ調整画像表示手段は、前記動きボケ調整手段により動きボケ調整されている、前記前景成分画像と前記背景成分画像とが、前記合成手段により合成された画像を表示することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】 前記動きボケ調整手段が、前記前景成分画像の動きボケを調整する時間を計測する処理時間計測手段と、前記処理時間計測手段により計測された時間に応じて課金処理を実行する動きボケ調整課金手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 11】 自らの稼働時間を計測する稼働時間計測手段と、前記稼働時間計測手段により計測された時間に応じて課金処理を実行する稼働課金手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 12】 画素毎に、かつ、時間的に積分された画像を構成する光の量に応じて決定される画素値からなる画像データを入力する入力ステップと、前記入力ステップの処理で入力された画像データの、前記画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、前記画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分が混合された混合領域の混合比を推定する混合比推定ステップと、前記混合比推定ステップの処理で推定された混合比に基づいて、前記入力ステップの処理で入力された画像データを、前記画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景成分画像と、前記画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景成分画像に、実時間で分離する分離ステップと、

前記分離ステップの処理で分離された前記前景成分画

像、および、前記背景成分画像を実時間で記憶する記憶ステップとを含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 3】 画素毎に、かつ、時間的に積分された画像を構成する光の量に応じて決定される画素値からなる画像データの入力を制御する入力制御ステップと、前記入制御ステップの処理で入力された画像データの、前記画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、前記画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分が混合された混合領域の混合比の推定を制御する混合比推定制御ステップと、

前記混合比推定制御ステップの処理で推定された混合比に基づいて、前記入制御ステップの処理で入力された画像データを、前記画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景成分画像と、前記画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景成分画像との、実時間での分離を制御する分離制御ステップと、

前記分離制御ステップの処理で分離された前記前景成分画像、および、前記背景成分画像の実時間での記憶を制御する記憶制御ステップとを含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

【請求項 1 4】 画素毎に、かつ、時間的に積分された画像を構成する光の量に応じて決定される画素値からなる画像データの入力を制御する入力制御ステップと、前記入制御ステップの処理で入力された画像データの、前記画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、前記画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分が混合された混合領域の混合比の推定を制御する混合比推定制御ステップと、

前記混合比推定制御ステップの処理で推定された混合比に基づいて、前記入制御ステップの処理で入力された画像データを、前記画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景成分画像と、前記画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景成分画像との、実時間での分離を制御する分離制御ステップと、

前記分離制御ステップの処理で分離された前記前景成分画像、および、前記背景成分画像の実時間での記憶を制御する記憶制御ステップとをコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムに関し、特に、撮像した画像を実時間で、前景成分画像と背景成分画像に分離し、さらに、前景成分画像については、動きボケ処理を実時間で実行できるようにした画像処理装置および

方法、記録媒体、並びにプログラムに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 撮像した画像を加工する技術が一般に普及しつつある。

【 0 0 0 3 】 これまで、異なる 2 つの画像の合成や、動きのある被写体を撮像した場合に生じる動きボケを除去するには、一度撮像した画像を撮像終了後にそれぞれ合成するか、または、動きボケを除去する必要がある。

【 0 0 0 4 】 ところで、後者の動きのある被写体を撮像した場合、動きにより生じる動きボケを除去するには、実時間（リアルタイム）で実行する方法がある。すなわち、例えば、図 1（A）で示すように、ゴルフスイングを行っている被写体を撮像した場合、表示画像には、ゴルフクラブの動きによりゴルフクラブがにじんで表示される。このにじんだように表示される現象が、いわゆる動きボケである。

【 0 0 0 5 】 この動きボケをリアルタイムで除去しようとするためには、図 1（B）で示すように、高速度カメラにより撮像する方法が考えられる。ただし、高速度カメラにより撮像を実施すると、撮像時の明るさが不足する（1 回のシャッター時間が短いので取り込める光の量が少なくなり、その分明るさが不足する）ことになるため、特殊な強い光を放つ照明を被写体に照射したり、図 2 で示すようにシャッターと同じタイミングで被写体に強い光を放つフラッシュを照射し、高速度カメラで撮像する必要がある。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述の方法では、画像の合成処理は、リアルタイムで行うことができないため、合成の処理を行う際、合成に必要な画像が存在しないと、再び同じ場所で撮像しなければならないという課題があった。また、動きボケの除去処理は、リアルタイムで実行する方法があるものの、例えば、夜間における野生動物の生態観察を目的とした撮影の場合、上述の方法では、強力な照明を使用する必要があるため、被写体となる野生動物に対して警戒感を与え、本来の生態を観察することができなくなってしまうという課題があった。

【 0 0 0 7 】 本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、画像の加工処理における合成処理と動きボケの調整処理をリアルタイムで実現できるようにするものである。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】 本発明の画像処理装置は、画素毎に、かつ、時間的に積分された画像を構成する光の量に応じて決定される画素値からなる画像データを入力する入力手段と、入力手段により入力された画像データの、画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分が混合された混合領域

の混合比を推定する混合比推定手段と、混合比推定手段により推定された混合比に基づいて、入力手段により入力された画像データを、画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景成分画像と、画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景成分画像に、実時間で分離する分離手段と、分離手段により分離された前景成分画像、および、背景成分画像を実時間で記憶する記憶手段とを備えることを特徴とする。

【0009】前記画像を構成する光を光電変換し、光電変換することで得られた電荷を時間的に積分する所定数の撮像素子により、画素毎に、かつ、時間的に積分された画像を構成する光の量に応じて決定される画素値からなる画像データとして撮像する撮像手段をさらに設けるようにさせることができる。

【0010】前記撮像手段に対して撮像を指令する撮像指令手段と、撮像指令手段の指令に応じて課金処理を実行する撮像課金手段とをさらに設けるようにさせることができる。

【0011】前記分離手段により実時間で分離された前景成分画像、および、背景成分画像、並びに、記憶手段により既に記憶された前景成分画像、および、背景成分画像を表示する画像表示手段と、画像表示手段により表示された、分離手段により実時間で分離された前景成分画像、および、背景成分画像、並びに、記憶手段により既に記憶された前景成分画像、および、背景成分画像のうち、所望とする前景成分画像、および、背景成分画像を指定する画像指定手段と、指定手段により指定された所望とする前景成分画像、および、背景成分画像を合成する合成手段とをさらに設けるようにさせることができる。

【0012】前記合成手段に対して画像の合成を指令する合成指令手段と、合成指令手段の指令に応じて課金処理を実行する合成課金手段とをさらに設けるようにさせることができる。

【0013】前記記憶手段に対して、分離手段により分離された前景成分画像、および、背景成分画像の実時間での記憶をするか否かを指令する記憶指令手段と、記憶指令手段の指令に応じて課金処理を実行する記憶課金手段とをさらに設けるようにさせることができる。

【0014】前記分離手段により実時間で分離された前景成分画像、または、記憶手段により既に記憶されている前景成分画像の動きボケを調整する動きボケ調整手段をさらに設けるようにすることができる。

【0015】前記動きボケ調整手段により動きボケ調整された前景成分画像を表示する動きボケ調整画像表示手段をさらに設けるようにさせることができる。

【0016】前記動きボケ調整手段により動きボケ調整されている、前景成分画像と背景成分画像とを合成する合成手段をさらに設けるようにさせることができ、動き

ボケ調整画像表示手段には、動きボケ調整手段により動きボケ調整されている、前景成分画像と背景成分画像とが、合成手段により合成された画像を表示させるようにすることができる。

【0017】前記動きボケ調整手段が、前景成分画像の動きボケを調整する時間を計測する処理時間計測手段と、処理時間計測手段により計測された時間に応じて課金処理を実行する動きボケ調整課金手段とをさらに設けるようにさせることができる。

【0018】自らの稼働時間を計測する稼働時間計測手段と、稼働時間計測手段により計測された時間に応じて課金処理を実行する稼働課金手段とをさらに設けるようにさせることができる。

【0019】本発明の画像処理装置は、画素毎に、かつ、時間的に積分された画像を構成する光の量に応じて決定される画素値からなる画像データを入力する入力ステップと、入力ステップの処理で入力された画像データの、画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分が混合された混合領域の混合比を推定する混合比推定ステップと、混合比推定ステップの処理で推定された混合比に基づいて、入力ステップの処理で入力された画像データを、画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景成分画像と、画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景成分画像に、実時間で分離する分離ステップと、分離ステップの処理で分離された前景成分画像、および、背景成分画像を実時間で記憶する記憶ステップとを含むことを特徴とする。

【0020】本発明の記録媒体のプログラムは、画素毎に、かつ、時間的に積分された画像を構成する光の量に応じて決定される画素値からなる画像データの入力を制御する入力制御ステップと、入力制御ステップの処理で入力された画像データの、画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分が混合された混合領域の混合比の推定を制御する混合比推定制御ステップと、混合比推定制御ステップの処理で推定された混合比に基づいて、入力制御ステップの処理で入力された画像データを、画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景成分画像と、画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景成分画像との、実時間での分離を制御する分離制御ステップと、分離制御ステップの処理で分離された前景成分画像、および、背景成分画像の実時間での記憶を制御する記憶制御ステップとを含むことを特徴とする。

【0021】本発明のプログラムは、画素毎に、かつ、時間的に積分された画像を構成する光の量に応じて決定される画素値からなる画像データの入力を制御する入力

制御ステップと、入力制御ステップの処理で入力された画像データの、画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分が混合された混合領域の混合比の推定を制御する混合比推定制御ステップと、混合比推定制御ステップの処理で推定された混合比に基づいて、入力制御ステップの処理で入力された画像データを、画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景成分画像と、画像データの背景オブジェクトを構成する背景成分画像との、実時間で分離を制御する分離制御ステップと、分離制御ステップの処理で分離された前景成分画像、および、背景成分画像の実時間で記憶を制御する記憶制御ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

【0022】本発明の画像処理装置および方法、並びにプログラムにおいては、画素毎に、かつ、時間的に積分された画像を構成する光の量に応じて決定される画素値からなる画像データが入力され、入力された画像データの、画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分が混合された混合領域の混合比が推定され、推定された混合比に基づいて、入力された画像データが、画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景成分画像と、画像データの背景オブジェクトを構成する背景成分画像に、実時間で分離され、分離された前景成分画像、および、背景成分画像が実時間で記憶される。

【0023】

【発明の実施の形態】図3は、本発明に係る画像処理システムの一実施の形態を示す図である。

【0024】本発明の画像処理システムは、例えば、インターネットなどのネットワーク1上に、カメラ端末装置2、テレビジョン端末装置3、課金サーバ5、金融サーバ（顧客用）6、および、金融サーバ（提供者用）7が、接続されており相互にデータを授受できる構成となっている。カメラ端末装置2は、画像を撮像し、撮像した画像を実時間で分離したり、合成して、表示する。このとき、画像の分離や合成といった処理に対しては、料金が発生する構成となっている。従って、このカメラ端末装置2は、例えば、貸し出されるものとして、画像の分離や合成といった処理に係る料金は、ネットワーク1を介して課金サーバ5によりその使用者の金融サーバ6から提供者（例えば、カメラ端末装置2を貸し出している業者）の金融サーバ7に課金されるものとしてもよい。テレビジョン受像機端末装置3は、カメラ装置4により撮像された画像を実時間で分離したり、合成して、表示する。この画像の分離や合成にかかる料金についても、カメラ端末装置2と同様にすることができる。

【0025】図4は、本発明に係るカメラ端末装置2の構成を示す図である。CPU（Central Processing Unit）21は、ROM（Read Only Memory）22、または記憶部28に記憶されているプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM（Random Access Memory）23には、CPU21が実行するプログラムやデータなどが適宜記憶される。これらのCPU21、ROM22、およびRAM23は、バス24により相互に接続されている。

【0026】CPU21にはまた、バス44を介して入出力インタフェース25が接続されている。入出力インタフェース25には、キーボード、マウス、マイクロホンなどよりなる入力部26、ディスプレイ、スピーカなどよりなる出力部27が接続されている。CPU21は、シャッターボタンや、各種の入力キーなどからなる入力部26から入力される指令に対応して各種の処理を実行する。また、入力部26には、撮像素子としてのセンサ26aが接続されており、撮像された画像が入力される。そして、CPU21は、処理の結果得られた画像や音声等を出力部27に出力し、画像については、LCD（Liquid Crystal Display）27aに表示させる。

【0027】入出力インタフェース25に接続されている記憶部28は、例えばハードディスクなどで構成され、CPU21が実行するプログラムや各種のデータを記憶する。通信部29は、インターネット、その他のネットワークを介して外部の装置と通信する。

【0028】また、通信部29を介してプログラムを取得し、記憶部28に記憶してもよい。

【0029】入出力インタフェース25に接続されているドライブ30は、磁気ディスク41、光ディスク42、光磁気ディスク43、或いは半導体メモリ44などが装着されたとき、それらを駆動し、そこに記録されているプログラムやデータなどを取得する。取得されたプログラムやデータは、必要に応じて記憶部28に転送され、記憶される。

【0030】図5は、本発明に係るテレビジョン受像機3の構成を示す図である。テレビジョン受像機3の構成は、基本的にカメラ端末装置2の構成と同じ構成となっている。すなわち、テレビジョン受像機端末装置3のCPU51、ROM52、RAM53、バス54、入出力インタフェース55、入力部56、出力部57、記憶部58、通信部59、ドライブ60、磁気ディスク61、光ディスク62、光磁気ディスク63、および、半導体メモリ64は、カメラ端末装置2のCPU21、ROM22、RAM23、バス24、入出力インタフェース25、入力部26、出力部27、記憶部28、通信部29、ドライブ30、磁気ディスク41、光ディスク52、光磁気ディスク53、および、半導体メモリ54に、それぞれ対応している。なお、この例においては、テレビジョン受像機端末装置3の通信部59には、図1で示すように、カメラ装置4が接続され、撮像された画像が入力される。

【0031】尚、課金サーバ5、金融サーバ（顧客用）6、および、金融サーバ（提供者用）7については、その基本構成がテレビジョン受像機端末装置3と同様であるので、その説明は省略する。

【0032】次に、図6を参照して、カメラ端末装置2について説明する。

【0033】カメラ端末装置2の信号処理部71は、撮像部74（図4のセンサ76aに相当する）より入力される画像、または、それ以外の入力により入力される画像に基づいて、入力画像をそのまま表示部73に表示させるほか、入力画像の前景、入力画像の背景、入力画像の前景と画像蓄積部72に予め蓄積された背景との合成画像、入力画像の背景と画像蓄積部72に予め蓄積された前景との合成画像、画像蓄積部72に予め蓄積された前景と背景の合成画像、画像蓄積部72に予め蓄積された前景、および、画像蓄積部72に予め蓄積された背景のいずれかを生成して表示部73に表示させる。

【0034】また、信号制御部71に入力される画像は、必ずしも画像でなくてもよい。すなわち、信号制御部71は、上述の各種の出力画像を表示部73に表示させる際、各画像毎にIDを付して（前景成分画像、背景成分画像、または、合成画像のいずれに対してもIDを付して）、画像蓄積部72に蓄積させるので、蓄積された画像を指定する画像IDを入力することで、信号制御部71は、画像蓄積部72に蓄積された画像のうち画像IDに対応する画像を入力画像として使用することができる。

【0035】課金処理部75は、信号処理部71の画像分離処理、または、画像合成処理にかかる料金について、ネットワーク1を介して課金サーバ5と共に課金処理を実行する。課金処理部75は、自らのIDを記憶しており、課金処理の際、使用者のID、認証情報、および、利用金額と共に課金サーバ5に送信する。

【0036】尚、信号処理部71の詳細については図8を参照して後述する。

【0037】次に、図7を参照してテレビジョン受像機端末装置3の構成について説明する。テレビジョン受像機端末装置3については、カメラ端末装置2に設けられていた撮像部74が設けられておらず、代わりに外部のカメラ装置4により撮像された画像、または、図示せぬアンテナより受信される電波よりNTSC (National Television Standards Committee) 信号として信号処理部81に画像を出力するチューナ84以外の構成は同様である。すなわち、テレビジョン受像機端末装置3の信号処理部81、画像蓄積部82、表示部83、および、課金処理部85は、カメラ端末装置2の信号処理部71、画像蓄積部72、表示部73、および、課金処理部75に対応するものであるため、その説明は省略する。

【0038】次に、図8を参照して、信号処理部71の構成について説明する。

【0039】信号処理部71の分離部91は、撮像部7

4から入力される入力画像、その他の入力画像、または、画像IDにより指定された画像蓄積部72に蓄積された画像を前景成分画像と背景成分画像に分離し、所望とする画像を合成部92に出力する。すなわち、所望とする画像とは、出力しようとする画像が前景成分画像である場合には、分離した画像のうち前景成分画像だけを合成部92に出力し、逆に、出力しようとする画像に必要な画像が背景成分画像である場合には、分離した画像のうち背景成分画像のみを合成部92に出力する。また、このとき、合成部92に出力した画像については、各画像毎にIDを付して画像蓄積部72に蓄積させる。もちろん、分離部91は、入力された画像を分離処理することなくそのまま合成部92に出力することもできる。その際も、分離部91は、出力画像にIDを付して画像蓄積部72に蓄積させる。

【0040】合成部92は、分離部91より入力される画像に、必要に応じて画像蓄積部72に蓄積された画像を合成して合成画像として出力する。すなわち、入力画像の前景、入力画像の背景を出力する場合、合成部92は、分離部91より入力された前景成分画像か、または、背景成分画像をそのまま出力する。また、入力画像の前景と画像蓄積部72に予め蓄積された背景との合成画像、入力画像の背景と画像蓄積部72に予め蓄積された前景との合成画像を出力する場合、合成部92は、分離部91より入力された前景成分画像、または、背景成分画像に、画像蓄積部72に予め蓄積された背景成分画像、または、前景成分画像を合成して出力する。さらに、画像蓄積部72に予め蓄積された前景と背景の合成画像、画像蓄積部72に予め蓄積された前景、または、画像蓄積部72に予め蓄積された背景を出力する場合、合成部92は、画像蓄積部72に予め蓄積された前景成分画像と背景成分画像を合成して出力するか、または、画像蓄積部72に予め蓄積された前景成分画像、若しくは、背景成分画像をそのまま出力する。

【0041】また、課金処理部75は、分離部91の分離処理時、および、合成部92の合成処理時に課金処理を行う。従って、分離部91において、分離処理がなされず、そのまま合成部92に出力される場合、および、合成部92において、合成処理がなされないまま出力される場合は、課金されないようにしてもよい。

【0042】図9は、分離部91を示すブロック図である。

【0043】なお、分離部91の各機能をハードウェアで実現するか、ソフトウェアで実現するかは問わない。つまり、本明細書の各ブロック図は、ハードウェアのブロック図と考えても、ソフトウェアによる機能ブロック図と考えても良い。

【0044】分離部91に供給された入力画像は、オブジェクト抽出部101、領域特定部103、混合比算出部104、および前景背景分離部105に供給される。

【0045】オブジェクト抽出部101は、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出して、抽出した画像オブジェクトを動き検出部102に供給する。オブジェクト抽出部101は、例えば、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトの輪郭を検出することで、前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出する。

【0046】オブジェクト抽出部101は、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出して、抽出した画像オブジェクトを動き検出部102に供給する。オブジェクト抽出部101は、例えば、入力画像と、抽出された前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトとの差から、背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出する。

【0047】また、例えば、オブジェクト抽出部101は、内部に設けられている背景メモリに記憶されている背景の画像と、入力画像との差から、前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクト、および背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出するようにしてもよい。

【0048】動き検出部102は、例えば、ブロックマッチング法、勾配法、位相相関法、およびペリカーシブ法などの手法により、粗く抽出された前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトの動きベクトルを算出して、算出した動きベクトルおよび動きベクトルの位置情報（動きベクトルに対応する画素の位置を特定する情報）を領域特定部103および動きボケ調整部106に供給する。

【0049】動き検出部102が出力する動きベクトルには、動き量 v に対応する情報が含まれている。

【0050】また、例えば、動き検出部102は、画像オブジェクトに画素を特定する画素位置情報と共に、画像オブジェクト毎の動きベクトルを動きボケ調整部106に出力するようにしてもよい。

【0051】動き量 v は、動いているオブジェクトに対応する画像の位置の変化を画素間隔を単位として表す値である。例えば、前景に対応するオブジェクトの画像が、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分離した位置に表示されるように移動しているとき、前景に対応するオブジェクトの画像の動き量 v は、4とされる。

【0052】なお、オブジェクト抽出部101および動き検出部102は、動いているオブジェクトに対応した動きボケ量の調整を行う場合に必要となる。

【0053】領域特定部103は、入力された画像の画素のそれぞれを、前景領域、背景領域、または混合領域のいずれかに特定し、画素毎に前景領域、背景領域、または混合領域のいずれかに属するかを示す情報（以下、領域情報と称する）を混合比算出部104、前景背景分

離部105、および動きボケ調整部106に供給する。

【0054】混合比算出部104は、入力画像、および領域特定部103から供給された領域情報を基に、混合領域に含まれる画素に対応する混合比（以下、混合比 α と称する）を算出して、算出した混合比を前景背景分離部105に供給する。

【0055】混合比 α は、後述する式（3）に示されるように、画素値における、背景のオブジェクトに対応する画像の成分（以下、背景の成分とも称する）の割合を示す値である。

【0056】前景背景分離部105は、領域特定部103から供給された領域情報、および混合比算出部104から供給された混合比 α を基に、前景のオブジェクトに対応する画像の成分（以下、前景の成分とも称する）のみから成る前景成分画像と、背景の成分のみから成る背景成分画像とを入力画像を分離して、前景成分画像を動きボケ調整部106および選択部107に供給する。なお、分離された前景成分画像を最終的な出力とすることも考えられる。従来の混合領域を考慮しないで前景と背景だけを特定し、分離していた方式に比べ正確な前景と背景を得ることが出来る。

【0057】動きボケ調整部106は、動きベクトルからわかる動き量 v および領域情報を基に、前景成分画像に含まれる1以上の画素を示す処理単位を決定する。処理単位は、動きボケの量の調整の処理の対象となる1群の画素を指定するデータである。

【0058】動きボケ調整部106は、分離部91に入力された動きボケ調整量、前景背景分離部105から供給された前景成分画像、動き検出部102から供給された動きベクトルおよびその位置情報、並びに処理単位を基に、前景成分画像に含まれる動きボケを除去する、動きボケの量を減少させる、または動きボケの量を増加させるなど前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量を調整した前景成分画像を選択部107に出力する。動きベクトルとその位置情報は使わないこともある。

【0059】ここで、動きボケとは、撮像の対象となる、現実世界におけるオブジェクトの動きと、センサの撮像の特性とにより生じる、動いているオブジェクトに対応する画像に含まれている歪みをいう。

【0060】選択部107は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、前景背景分離部105から供給された前景成分画像、および動きボケ調整部106から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

【0061】次に、図10乃至図25を参照して、分離部91に供給される入力画像について説明する。

【0062】図10は、センサによる撮像を説明する図である。センサは、例えば、固体撮像素子であるCCD（

large-Coupled Device) エリアセンサを備えたCCDビデオカメラなどで構成される。現実世界における、前景に対応するオブジェクトは、現実世界における、背景に対応するオブジェクトと、センサとの間を、例えば、図中の左側から右側に水平に移動する。

【0063】センサは、前景に対応するオブジェクトを、背景に対応するオブジェクトと共に撮像する。センサは、撮像した画像を1フレーム単位で出力する。例えば、センサは、1秒間に30フレームから成る画像を出力する。センサの露光時間は、 $1/30$ 秒とすることができる。露光時間は、センサが入力された光の電荷への変換を開始してから、入力された光の電荷への変換を終了するまでの期間である。以下、露光時間をシャッタ時間とも称する。

【0064】図11は、画素の配置を説明する図である。図11中において、A乃至Iは、個々の画素を示す。画素は、画像に対応する平面上に配置されている。1つの画素に対応する1つの検出素子は、センサ上に配置されている。センサが画像を撮像するとき、1つの検出素子は、画像を構成する1つの画素に対応する画素値を出力する。例えば、検出素子のX方向の位置は、画像上の横方向の位置に対応し、検出素子のY方向の位置は、画像上の縦方向の位置に対応する。

【0065】図12に示すように、例えば、CCDである検出素子は、シャッタ時間に対応する期間、入力された光を電荷に変換して、変換された電荷を蓄積する。電荷の量は、入力された光の強さと、光が入力されている時間にほぼ比例する。検出素子は、シャッタ時間に対応する期間において、入力された光から変換された電荷を、既に蓄積されている電荷に加えていく。すなわち、検出素子は、シャッタ時間に対応する期間、入力される光を積分して、積分された光に対応する量の電荷を蓄積する。検出素子は、時間に対して、積分効果があるとも言える。

【0066】検出素子に蓄積された電荷は、図示せぬ回路により、電圧値に変換され、電圧値は更にデジタルデータなどの画素値に変換されて出力される。従って、センサから出力される個々の画素値は、前景または背景に対応するオブジェクトの空間的に広がりを持つある部分を、シャッタ時間について積分した結果である、1次元の空間に射影された値を有する。

【0067】分離部91は、このようなセンサの蓄積の動作により、出力信号に埋もれてしまった有意な情報、例えば、混合比 α を抽出する。分離部91は、前景の画像オブジェクト自身が混ざり合うことによる生ずる歪みの量、例えば、動きボケの量などを調整する。また、分離部91は、前景の画像オブジェクトと背景の画像オブジェクトとが混ざり合うことにより生ずる歪みの量を調整する。

【0068】図13は、動いている前景に対応するオブ

ジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して得られる画像を説明する図である。図13(A)は、動きを伴う前景に対応するオブジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して得られる画像を示している。図13(A)に示す例において、前景に対応するオブジェクトは、画面に対して水平に左から右に動いている。

【0069】図13(B)は、図13(A)に示す画像の1つのラインに対応する画素値を時間方向に展開したモデル図である。図13(B)の横方向は、図13(A)の空間方向Xに対応している。

【0070】背景領域の画素は、背景の成分、すなわち、背景のオブジェクトに対応する画像の成分のみから、その画素値が構成されている。前景領域の画素は、前景の成分、すなわち、前景のオブジェクトに対応する画像の成分のみから、その画素値が構成されている。

【0071】混合領域の画素は、背景の成分、および前景の成分から、その画素値が構成されている。混合領域は、背景の成分、および前景の成分から、その画素値が構成されているので、歪み領域ともいえる。混合領域は、更に、カバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域に分類される。

【0072】カバードバックグラウンド領域は、前景領域に対して、前景のオブジェクトの進行方向の前端部に対応する位置の混合領域であり、時間の経過に対応して背景成分が前景に覆い隠される領域をいう。

【0073】これに対して、アンカバードバックグラウンド領域は、前景領域に対して、前景のオブジェクトの進行方向の後端部に対応する位置の混合領域であり、時間の経過に対応して背景成分が現れる領域をいう。

【0074】このように、前景領域、背景領域、またはカバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域を含む画像が、領域特定部103、混合比算出部104、および前景背景分離部105に入力画像として入力される。

【0075】図14は、以上のような、背景領域、前景領域、混合領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウンド領域を説明する図である。図13に示す画像に対応する場合、背景領域は、静止部分であり、前景領域は、動き部分であり、混合領域のカバードバックグラウンド領域は、背景から前景に変化する部分であり、混合領域のアンカバードバックグラウンド領域は、前景から背景に変化する部分である。

【0076】図15は、静止している前景に対応するオブジェクトおよび静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像における、隣接して1列に並んでいる画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。例えば、隣接して1列に並んでいる画素として、画面の1つのライン上に並んでいる画素を選択することができる。

【0077】図15に示すF01乃至F04の画素値は、静止している前景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。図15に示すB01乃至B04の画素値は、静止している背景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。

【0078】図15における縦方向は、時間に対応し、図中の上から下に向かって時間が経過する。図15中の矩形の上辺の位置は、センサが入力された光の電荷への変換を開始する時刻に対応し、図15中の矩形の下辺の位置は、センサが入力された光の電荷への変換を終了する時刻に対応する。すなわち、図15中の矩形の上辺から下辺までの距離は、シャッタ時間に対応する。

【0079】以下において、シャッタ時間とフレーム間隔とが同一である場合を例に説明する。

【0080】図15における横方向は、図13で説明した空間方向Xに対応する。より具体的には、図15に示す例において、図15中の“F01”と記載された矩形の左辺から“B04”と記載された矩形の右辺までの距離は、画素のピッチの8倍、すなわち、連続している8つの画素の間隔に対応する。

【0081】前景のオブジェクトおよび背景のオブジェクトが静止している場合、シャッタ時間に対応する期間において、センサに入力される光は変化しない。

【0082】ここで、シャッタ時間に対応する期間を2つ以上の同じ長さの期間に分割する。例えば、仮想分割数を4とすると、図15に示すモデル図は、図9に示すモデルとして表すことができる。仮想分割数は、前景に対応するオブジェクトのシャッタ時間内での動き量 v などに対応して設定される。例えば、4である動き量 v に対応して、仮想分割数は、4とされ、シャッタ時間に対応する期間は4つに分割される。

【0083】図中の最も上の行は、シャッタが開いて最初の、分割された期間に対応する。図中の上から2番目の行は、シャッタが開いて2番目の、分割された期間に対応する。図中の上から3番目の行は、シャッタが開いて3番目の、分割された期間に対応する。図中の上から4番目の行は、シャッタが開いて4番目の、分割された期間に対応する。

【0084】以下、動き量 v に対応して分割されたシャッタ時間をシャッタ時間/ v とも称する。

【0085】前景に対応するオブジェクトが静止しているとき、センサに入力される光は変化しないので、前景の成分F01/ v は、画素値F01を仮想分割数で除した値に等しい。同様に、前景に対応するオブジェクトが静止しているとき、前景の成分F02/ v は、画素値F02を仮想分割数で除した値に等しく、前景の成分F03/ v は、画素値F03を仮想分割数で除した値に等しく、前景の成分F04/ v は、画素値F04を仮想分割数で除した値に等しい。

【0086】背景に対応するオブジェクトが静止しているとき、センサに入力される光は変化しないので、背景の成分B01/ v は、画素値B01を仮想分割数で除した値に等

しい。同様に、背景に対応するオブジェクトが静止しているとき、背景の成分B02/ v は、画素値B02を仮想分割数で除した値に等しく、B03/ v は、画素値B03を仮想分割数で除した値に等しく、B04/ v は、画素値B04を仮想分割数で除した値に等しい。

【0087】すなわち、前景に対応するオブジェクトが静止している場合、シャッタ時間に対応する期間において、センサに入力される前景のオブジェクトに対応する光が変化しないので、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ v に対応する前景の成分F01/ v と、シャッタが開いて2番目の、シャッタ時間/ v に対応する前景の成分F01/ v と、シャッタが開いて3番目の、シャッタ時間/ v に対応する前景の成分F01/ v と、シャッタが開いて4番目の、シャッタ時間/ v に対応する前景の成分F01/ v とは、同じ値となる。F02/ v 乃至F04/ v も、F01/ v と同様の関係を有する。

【0088】背景に対応するオブジェクトが静止している場合、シャッタ時間に対応する期間において、センサに入力される背景のオブジェクトに対応する光は変化しないので、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ v に対応する背景の成分B01/ v と、シャッタが開いて2番目の、シャッタ時間/ v に対応する背景の成分B01/ v と、シャッタが開いて3番目の、シャッタ時間/ v に対応する背景の成分B01/ v と、シャッタが開いて4番目の、シャッタ時間/ v に対応する背景の成分B01/ v とは、同じ値となる。B02/ v 乃至B04/ v も、同様の関係を有する。

【0089】次に、前景に対応するオブジェクトが移動し、背景に対応するオブジェクトが静止している場合について説明する。

【0090】図17は、前景に対応するオブジェクトが図中の右側に向かって移動する場合の、カバードバックグラウンド領域を含む、1つのライン上の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図17において、前景の動き量 v は、4である。1フレームは短い時間なので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定することができる。図17において、前景に対応するオブジェクトの画像は、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分右側に表示されるように移動する。

【0091】図17において、最も左側の画素乃至左から4番目の画素は、前景領域に属する。図17において、左から5番目乃至左から7番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。図17において、最も右側の画素は、背景領域に属する。

【0092】前景に対応するオブジェクトが時間の経過と共に背景に対応するオブジェクトを覆い隠すように移動しているので、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値に含まれる成分は、シャッタ時間に対応する期間のある時点で、背景の成分から、前景の成分に替わる。

【0093】例えば、図17中に太線枠を付した画素値Mは、式(1)で表される。

【0094】

$$M=B02/v+B02/v+F07/v+F06/v \quad (1)$$

【0095】例えば、左から5番目の画素は、1つのシャッタ時間/vに対応する背景の成分を含み、3つのシャッタ時間/vに対応する前景の成分を含むので、左から5番目の画素の混合比 α は、1/4である。左から6番目の画素は、2つのシャッタ時間/vに対応する背景の成分を含み、2つのシャッタ時間/vに対応する前景の成分を含むので、左から6番目の画素の混合比 α は、1/2である。左から7番目の画素は、3つのシャッタ時間/vに対応する背景の成分を含み、1つのシャッタ時間/vに対応する前景の成分を含むので、左から7番目の画素の混合比 α は、3/4である。

【0096】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図17中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/vの前景の成分F07/vは、図17中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vに対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分F07/vは、図17中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vに対応する前景の成分と、図17中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vに対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0097】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図17中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分F06/vは、図17中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vに対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分F06/vは、図17中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vに対応する前景の成分と、図17中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vに対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0098】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図17中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分F05/vは、図17中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vのに対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分F05/vは、図17中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vに対応する前景の成分と、図17中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vに対応する前

景の成分とに、それぞれ等しい。

【0099】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図17中の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分F04/vは、図17中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vに対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分F04/vは、図17中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vに対応する前景の成分と、図17中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vに対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0100】動いているオブジェクトに対応する前景の領域は、このように動きボケを含むので、歪み領域とも言える。

【0101】図18は、前景が図中の右側に向かって移動する場合の、アンカバードバックグラウンド領域を含む、1つのライン上の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図18において、前景の動き量vは、4である。1フレームは短い時間なので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定することができる。図18において、前景に対応するオブジェクトの画像は、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分右側に移動する。

【0102】図18において、最も左側の画素乃至左から4番目の画素は、背景領域に属する。図18において、左から5番目乃至左から7番目の画素は、アンカバードバックグラウンドである混合領域に属する。図18において、最も右側の画素は、前景領域に属する。

【0103】背景に対応するオブジェクトを覆っていた前景に対応するオブジェクトが時間の経過と共に背景に対応するオブジェクトの前から取り除かれるように移動しているので、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値に含まれる成分は、シャッタ時間に対応する期間のある時点で、前景の成分から、背景の成分に替わる。

【0104】例えば、図18中に太線枠を付した画素値M'は、式(2)で表される。

【0105】

$$M'=F02/v+F01/v+B26/v+B26/v \quad (2)$$

【0106】例えば、左から5番目の画素は、3つのシャッタ時間/vに対応する背景の成分を含み、1つのシャッタ時間/vに対応する前景の成分を含むので、左から5番目の画素の混合比 α は、3/4である。左から6番目の画素は、2つのシャッタ時間/vに対応する背景の成分を含み、2つのシャッタ時間/vに対応する前景の成分を含むので、左から6番目の画素の混合比 α は、1/2である。左から7番目の画素は、1つのシャッタ時間/vに対応する背景の成分を含み、3つのシャッタ時間/vに対応

する前景の成分を含むので、左から7番目の画素の混合比 α は、1/4である。

【0107】式(1)および式(2)をより一般化する

$$M = \alpha \cdot B + \sum_i F_i/v$$

ここで、 α は、混合比である。Bは、背景の画素値であり、 F_i/v は、前景の成分である。

【0109】前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くと仮定でき、かつ、動き量 v が4であるので、例えば、図18中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間 v の前景の成分 $F01/v$ は、図18中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 v に対応する前景の成分に等しい。同様に、 $F01/v$ は、図18中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 v に対応する前景の成分と、図18中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 v に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0110】前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くと仮定でき、かつ、仮想分割数が4であるので、例えば、図18中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間 v の前景の成分 $F02/v$ は、図18中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 v に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F02/v$ は、図18中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 v に対応する前景の成分に等しい。

【0111】前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くと仮定でき、かつ、動き量 v が4であるので、例えば、図18中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間 v の前景の成分 $F03/v$ は、図18中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 v に対応する前景の成分に等しい。

【0112】図16乃至図18の説明において、仮想分割数は、4であるとして説明したが、仮想分割数は、動き量 v に対応する。動き量 v は、一般に、前景に対応するオブジェクトの移動速度に対応する。例えば、前景に対応するオブジェクトが、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分右側に表示されるように移動しているとき、動き量 v は、4とされる。動き量 v に対応し、仮想分割数は、4とされる。同様に、例えば、前景に対応するオブジェクトが、あるフレームを基準として次のフレームにおいて6画素分左側に表示されるように移動しているとき、動き量 v は、6とされ、仮想分割数は、6とされる。

【0113】図19および図20に、以上で説明した、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域から成る混合領域と、分割されたシャッタ時間に対応する前景の成分

と、画素値 M は、式(3)で表される。

【0108】

【数1】

(3)

および背景の成分との関係を示す。

【0114】図19は、静止している背景の前を移動しているオブジェクトに対応する前景を含む画像から、前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出した例を示す。図19に示す例において、前景に対応するオブジェクトは、画面に対して水平に移動している。

【0115】フレーム $\#n+1$ は、フレーム $\#n$ の次のフレームであり、フレーム $\#n+2$ は、フレーム $\#n+1$ の次のフレームである。

【0116】フレーム $\#n$ 乃至フレーム $\#n+2$ のいずれかから抽出した、前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出して、動き量 v を4として、抽出された画素の画素値を時間方向に展開したモデルを図20に示す。

【0117】前景領域の画素値は、前景に対応するオブジェクトが移動するので、シャッタ時間 v の期間に対応する、4つの異なる前景の成分から構成される。例えば、図20に示す前景領域の画素のうち最も左側に位置する画素は、 $F01/v$ 、 $F02/v$ 、 $F03/v$ 、および $F04/v$ から構成される。すなわち、前景領域の画素は、動きボケを含んでいる。

【0118】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、シャッタ時間に対応する期間において、センサに入力される背景に対応する光は変化しない。この場合、背景領域の画素値は、動きボケを含まない。

【0119】カバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域から成る混合領域に属する画素の画素値は、前景の成分と、背景の成分とから構成される。

【0120】次に、オブジェクトに対応する画像が動いているとき、複数のフレームにおける、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデルについて説明する。例えば、オブジェクトに対応する画像が画面に対して水平に動いているとき、隣接して1列に並んでいる画素として、画面の1つのライン上に並んでいる画素を選択することができる。

【0121】図21は、静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。フレーム $\#n$ は、フレーム $\#n-1$ の次のフレームであり、フレーム $\#n+1$ は、フレーム $\#n$ の次のフレームである。他のフレームも同様に称する。

【0122】図21に示す $B01$ 乃至 $B12$ の画素値は、静止している背景のオブジェクトに対応する画素の画素値で

ある。背景に対応するオブジェクトが静止しているの
で、フレーム# $n-1$ 乃至フレーム# $n+1$ において、対応する
画素の画素値は、変化しない。例えば、フレーム# $n-1$ に
おけるB05の画素値を有する画素の位置に対応する、フ
レーム# n における画素、およびフレーム# $n+1$ における画
素は、それぞれ、B05の画素値を有する。

【0123】図22は、静止している背景に対応するオ
ブジェクトと共に図中の右側に移動する前景に対応する
オブジェクトを撮像した画像の3つのフレームの、隣接
して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一
の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図で
ある。図22に示すモデルは、カバードバックグラウン
ド領域を含む。

【0124】図22において、前景に対応するオブジェ
クトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景
の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示される
ように移動するので、前景の動き量 v は、4であり、仮
想分割数は、4である。

【0125】例えば、図22中のフレーム# $n-1$ の最も左
側の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/ v の
前景の成分は、 $F12/v$ となり、図22中の左から2番目
の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/ v の
前景の成分も、 $F12/v$ となる。図22中の左から3番目
の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/ v の
前景の成分、および図22中の左から4番目の画素の、
シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/ v の前景の成分
は、 $F12/v$ となる。

【0126】図22中のフレーム# $n-1$ の最も左側の画素
の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/ v の前景の
成分は、 $F11/v$ となり、図22中の左から2番目の画素
の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/ v の前景の
成分も、 $F11/v$ となる。図22中の左から3番目の画素
の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/ v の前景の
成分は、 $F11/v$ となる。

【0127】図22中のフレーム# $n-1$ の最も左側の画素
の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/ v の前景の
成分は、 $F10/v$ となり、図22中の左から2番目の画素
の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/ v の前景の
成分も、 $F10/v$ となる。図22中のフレーム# $n-1$ の最も
左側の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間
/ v の前景の成分は、 $F09/v$ となる。

【0128】背景に対応するオブジェクトが静止してい
るので、図22中のフレーム# $n-1$ の左から2番目の画素
の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/ v の背景の成
分は、 $B01/v$ となる。図22中のフレーム# $n-1$ の左から
3番目の画素の、シャッタが開いて最初および2番目の
シャッタ時間/ v の背景の成分は、 $B02/v$ となる。図22
中のフレーム# $n-1$ の左から4番目の画素の、シャッタが
開いて最初乃至3番目のシャッタ時間/ v の背景の成分
は、 $B03/v$ となる。

【0129】図22中のフレーム# $n-1$ において、最も左
側の画素は、前景領域に属し、左側から2番目乃至4番
目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合
領域に属する。

【0130】図22中のフレーム# $n-1$ の左から5番目の
画素乃至12番目の画素は、背景領域に属し、その画素
値は、それぞれ、 $B04$ 乃至 $B11$ となる。

【0131】図22中のフレーム# n の左から1番目の画
素乃至5番目の画素は、前景領域に属する。フレーム# n
の前景領域における、シャッタ時間/ v の前景の成分は、
 $F05/v$ 乃至 $F12/v$ のいずれかである。

【0132】前景に対応するオブジェクトが、剛体であ
り、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレ
ームにおいて4画素右側に表示されるように移動するの
で、図22中のフレーム# n の左から5番目の画素の、シ
ャッタが開いて最初のシャッタ時間/ v の前景の成分は、
 $F12/v$ となり、図22中の左から6番目の画素の、シ
ャッタが開いて2番目のシャッタ時間/ v の前景の成分も、
 $F12/v$ となる。図22中の左から7番目の画素の、シ
ャッタが開いて3番目のシャッタ時間/ v の前景の成分、お
よび図22中の左から8番目の画素の、シャッタが開い
て4番目のシャッタ時間/ v の前景の成分は、 $F12/v$ とな
る。

【0133】図22中のフレーム# n の左から5番目の画
素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/ v の前景
の成分は、 $F11/v$ となり、図22中の左から6番目の画
素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/ v の前景
の成分も、 $F11/v$ となる。図22中の左から7番目の画
素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/ v の前景
の成分は、 $F11/v$ となる。

【0134】図22中のフレーム# n の左から5番目の画
素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/ v の前景
の成分は、 $F10/v$ となり、図22中の左から6番目の画
素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/ v の前景
の成分も、 $F10/v$ となる。図22中のフレーム# n の左か
ら5番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ
時間/ v の前景の成分は、 $F09/v$ となる。

【0135】背景に対応するオブジェクトが静止してい
るので、図22中のフレーム# n の左から6番目の画素
の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/ v の背景の成
分は、 $B05/v$ となる。図22中のフレーム# n の左から7
番目の画素の、シャッタが開いて最初および2番目のシ
ャッタ時間/ v の背景の成分は、 $B06/v$ となる。図22中
のフレーム# n の左から8番目の画素の、シャッタが開い
て最初乃至3番目の、シャッタ時間/ v の背景の成分は、
 $B07/v$ となる。

【0136】図22中のフレーム# n において、左側から
6番目乃至8番目の画素は、カバードバックグラウンド
領域である混合領域に属する。

【0137】図22中のフレーム# n の左から9番目の画

素乃至12番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、B08乃至B11となる。

【0138】図22中のフレーム#n+1の左から1番目の画素乃至9番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#n+1の前景領域における、シャッタ時間/vの前景の成分は、F01/v乃至F12/vのいずれかである。

【0139】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、図22中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F12/vとなり、図22中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F12/vとなる。図22中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図22中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F12/vとなる。

【0140】図22中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの期間の前景の成分は、F11/vとなり、図22中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F11/vとなる。図22中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて4番目の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F11/vとなる。

【0141】図22中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて3番目の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F10/vとなり、図22中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F10/vとなる。図22中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F09/vとなる。

【0142】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図22中のフレーム#n+1の左から10番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの背景の成分は、B09/vとなる。図22中のフレーム#n+1の左から11番目の画素の、シャッタが開いて最初および2番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B10/vとなる。図22中のフレーム#n+1の左から12番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至3番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B11/vとなる。

【0143】図22中のフレーム#n+1において、左側から10番目乃至12番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に対応する。

【0144】図23は、図22に示す画素値から前景の成分を抽出した画像のモデル図である。

【0145】図24は、静止している背景と共に図中の右側に移動するオブジェクトに対応する前景を撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を

時間方向に展開したモデル図である。図24において、アンカバードバックグラウンド領域が含まれている。

【0146】図24において、前景に対応するオブジェクトは、剛体であり、かつ等速で移動していると仮定できる。前景に対応するオブジェクトが、次のフレームにおいて4画素分右側に表示されるように移動しているので、動き量vは、4である。

【0147】例えば、図24中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなり、図24中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F13/vとなる。図24中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図24中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなる。

【0148】図24中のフレーム#n-1の左から2番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F14/vとなり、図24中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F14/vとなる。図24中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F15/vとなる。

【0149】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図24中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて2番目乃至4番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B25/vとなる。図24中のフレーム#n-1の左から2番目の画素の、シャッタが開いて3番目および4番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B26/vとなる。図24中のフレーム#n-1の左から3番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B27/vとなる。

【0150】図24中のフレーム#n-1において、最も左側の画素乃至3番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0151】図24中のフレーム#n-1の左から4番目の画素乃至12番目の画素は、前景領域に属する。フレームの前景の成分は、F13/v乃至F24/vのいずれかである。

【0152】図24中のフレーム#nの最も左側の画素乃至左から4番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、B25乃至B28となる。

【0153】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、図24中のフレーム#nの左から5番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなり、図24中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F13/vとなる。図24中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、お

よび図 24 中の左から 8 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなる。

【0154】図 24 中のフレーム#nの左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F14/vとなり、図 24 中の左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F14/vとなる。図 24 中の左から 8 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F15/vとなる。

【0155】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図 24 中のフレーム#nの左から 5 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目乃至 4 番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B29/vとなる。図 24 中のフレーム#nの左から 6 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目および 4 番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B30/vとなる。図 24 中のフレーム#nの左から 7 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B31/vとなる。

【0156】図 24 中のフレーム#nにおいて、左から 5 番目の画素乃至 7 番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0157】図 24 中のフレーム#nの左から 8 番目の画素乃至 12 番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#nの前景領域における、シャッタ時間/vの期間に対応する値は、F13/v乃至F20/vのいずれかである。

【0158】図 24 中のフレーム#n+1の最も左側の画素乃至左から 8 番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、B25乃至B32となる。

【0159】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて 4 画素右側に表示されるように移動するので、図 24 中のフレーム#n+1の左から 9 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなり、図 24 中の左から 10 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F13/vとなる。図 24 中の左から 11 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図 24 中の左から 12 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなる。

【0160】図 24 中のフレーム#n+1の左から 10 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F14/vとなり、図 24 中の左から 11 番目の画素の、シャッタが開いて 2 番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F14/vとなる。図 24 中の左から 12 番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F15/vとなる。

【0161】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図 24 中のフレーム#n+1の左から 9 番目の画素

の、シャッタが開いて 2 番目乃至 4 番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B33/vとなる。図 24 中のフレーム#n+1の左から 10 番目の画素の、シャッタが開いて 3 番目および 4 番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B34/vとなる。図 24 中のフレーム#n+1の左から 11 番目の画素の、シャッタが開いて 4 番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B35/vとなる。

【0162】図 24 中のフレーム#n+1において、左から 9 番目の画素乃至 11 番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0163】図 24 中のフレーム#n+1の左から 12 番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#n+1の前景領域における、シャッタ時間/vの前景の成分は、F13/v乃至F16/vのいずれかである。

【0164】図 25 は、図 24 に示す画素値から前景の成分を抽出した画像のモデル図である。

【0165】図 9 に戻り、領域特定部 103 は、複数のフレームの画素値を用いて、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域に属することを示すフラグを画素毎に対応付けて、領域情報として、混合比算出部 104 および動きボケ調整部 106 に供給する。

【0166】混合比算出部 104 は、複数のフレームの画素値、および領域情報を基に、混合領域に含まれる画素について画素毎に混合比 α を算出し、算出した混合比 α を前景背景分離部 105 に供給する。

【0167】前景背景分離部 105 は、複数のフレームの画素値、領域情報、および混合比 α を基に、前景の成分のみからなる前景成分画像を抽出して、動きボケ調整部 106 に供給する。

【0168】動きボケ調整部 106 は、前景背景分離部 105 から供給された前景成分画像、動き検出部 102 から供給された動きベクトル、および領域特定部 103 から供給された領域情報を基に、前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量を調整した前景成分画像を出力する。

【0169】図 26 のフローチャートを参照して、分離部 91 による動きボケの量の調整の処理を説明する。ステップ S11 において、領域特定部 103 は、入力画像を基に、入力画像の画素毎に前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を生成する領域特定の処理を実行する。領域特定の処理の詳細は、後述する。領域特定部 103 は、生成した領域情報を混合比算出部 104 に供給する。

【0170】なお、ステップ S11 において、領域特定部 103 は、入力画像を基に、入力画像の画素毎に前景領域、背景領域、または混合領域（カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域の区別をしない）のいずれかに属するかを示す領域情報

を生成するようにしてもよい。この場合において、前景背景分離部 105 および動きボケ調整部 106 は、動きベクトルの方向を基に、混合領域がカバードバックグラウンド領域であるか、またはアンカバードバックグラウンド領域であるかを判定する。例えば、動きベクトルの方向に対応して、前景領域、混合領域、および背景領域と順に並んでいるとき、その混合領域は、カバードバックグラウンド領域と判定され、動きベクトルの方向に対応して、背景領域、混合領域、および前景領域と順に並んでいるとき、その混合領域は、アンカバードバックグラウンド領域と判定される。

【0171】ステップ S12 において、混合比算出部 104 は、入力画像および領域情報を基に、混合領域に含まれる画素毎に、混合比 α を算出する。混合比算出の処理の詳細は、後述する。混合比算出部 104 は、算出した混合比 α を前景背景分離部 105 に供給する。

【0172】ステップ S13 において、前景背景分離部 105 は、領域情報、および混合比 α を基に、入力画像から前景の成分を抽出して、前景成分画像として動きボケ調整部 106 に供給する。

【0173】ステップ S14 において、動きボケ調整部 106 は、動きベクトルおよび領域情報を基に、動き方向に並ぶ連続した画素であって、アンカバードバックグラウンド領域、前景領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するものの画像上の位置を示す処理単位を生成し、処理単位に対応する前景成分に含まれる動きボケの量を調整する。動きボケの量の調整の処理の詳細については、後述する。

【0174】ステップ S15 において、分離部 91 は、画面全体について処理を終了したか否かを判定し、画面全体について処理を終了していないと判定された場合、ステップ S14 に進み、処理単位に対応する前景の成分を対象とした動きボケの量の調整の処理を繰り返す。

【0175】ステップ S15 において、画面全体について処理を終了したと判定された場合、処理は終了する。

【0176】このように、分離部 91 は、前景と背景を分離して、前景に含まれる動きボケの量を調整することができる。すなわち、分離部 91 は、前景の画素の画素値であるサンプルデータに含まれる動きボケの量を調整することができる。

【0177】以下、領域特定部 103、混合比算出部 104、前景背景分離部 105、および動きボケ調整部 106 のそれぞれの構成について説明する。

【0178】図 27 は、領域特定部 103 の構成の一例を示すブロック図である。図 27 に構成を示す領域特定部 103 は、動きベクトルを利用しない。フレームメモリ 201 は、入力された画像をフレーム単位で記憶する。フレームメモリ 201 は、処理の対象がフレーム $\#n$ であるとき、フレーム $\#n$ の 2 つ前のフレームであるフレーム $\#n-2$ 、フレーム $\#n$ の 1 つ前のフレームであるフレー

ム $\#n-1$ 、フレーム $\#n$ 、フレーム $\#n$ の 1 つ後のフレームであるフレーム $\#n+1$ 、およびフレーム $\#n$ の 2 つ後のフレームであるフレーム $\#n+2$ を記憶する。

【0179】静動判定部 202-1 は、フレーム $\#n$ の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+2$ の画素の画素値、およびフレーム $\#n$ の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+1$ の画素の画素値をフレームメモリ 201 から読み出して、読み出した画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部 202-1 は、フレーム $\#n+2$ の画素値とフレーム $\#n+1$ の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値 Th より大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部 203-1 に供給する。フレーム $\#n+2$ の画素の画素値とフレーム $\#n+1$ の画素の画素値との差の絶対値が閾値 Th 以下であると判定された場合、静動判定部 202-1 は、静止を示す静動判定を領域判定部 203-1 に供給する。

【0180】静動判定部 202-2 は、フレーム $\#n$ の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+1$ の画素の画素値、およびフレーム $\#n$ の対象となる画素の画素値をフレームメモリ 201 から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部 202-2 は、フレーム $\#n+1$ の画素値とフレーム $\#n$ の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値 Th より大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部 203-1 および領域判定部 203-2 に供給する。フレーム $\#n+1$ の画素の画素値とフレーム $\#n$ の画素の画素値との差の絶対値が、閾値 Th 以下であると判定された場合、静動判定部 202-2 は、静止を示す静動判定を領域判定部 203-1 および領域判定部 203-2 に供給する。

【0181】静動判定部 202-3 は、フレーム $\#n$ の領域特定の対象である画素の画素値、およびフレーム $\#n$ の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n-1$ の画素の画素値をフレームメモリ 201 から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部 202-3 は、フレーム $\#n$ の画素値とフレーム $\#n-1$ の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値 Th より大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部 203-2 および領域判定部 203-3 に供給する。フレーム $\#n$ の画素の画素値とフレーム $\#n-1$ の画素の画素値との差の絶対値が、閾値 Th 以下であると判定された場合、静動判定部 202-3 は、静止を示す静動判定を領域判定部 203-2 および領域判定部 203-3 に供給する。

【0182】静動判定部 202-4 は、フレーム $\#n$ の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置に

あるフレーム#n-1の画素の画素値、およびフレーム#nの領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-2の画素の画素値をフレームメモリ201から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部202-4は、フレーム#n-1の画素値とフレーム#n-2の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値Thより大きいと判定し、画素値の差の絶対値が、閾値Thより大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部203-3に供給する。フレーム#n-1の画素の画素値とフレーム#n-2の画素の画素値との差の絶対値が、閾値Th以下であると判定された場合、静動判定部202-4は、静止を示す静動判定を領域判定部203-3に供給する。

【0183】領域判定部203-1は、静動判定部202-1から供給された静動判定が静止を示し、かつ、静動判定部202-2から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属することを示す”1”を設定する。

【0184】領域判定部203-1は、静動判定部202-1から供給された静動判定が動きを示すか、または、静動判定部202-2から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素がアンカバードバックグラウンド領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属しないことを示す”0”を設定する。

【0185】領域判定部203-1は、このように”1”または”0”が設定されたアンカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給する。

【0186】領域判定部203-2は、静動判定部202-2から供給された静動判定が静止を示し、かつ、静動判定部202-3から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素が静止領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領域に属することを示す”1”を設定する。

【0187】領域判定部203-2は、静動判定部202-2から供給された静動判定が動きを示すか、または、静動判定部202-3から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素が静止領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領域に属しないことを示す”0”を設定する。

【0188】領域判定部203-2は、このように”

1”または”0”が設定された静止領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給する。

【0189】領域判定部203-2は、静動判定部202-2から供給された静動判定が動きを示し、かつ、静動判定部202-3から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素が動き領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応する動き領域判定フラグに、動き領域に属することを示す”1”を設定する。

【0190】領域判定部203-2は、静動判定部202-2から供給された静動判定が静止を示すか、または、静動判定部202-3から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素が動き領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応する動き領域判定フラグに、動き領域に属しないことを示す”0”を設定する。

【0191】領域判定部203-2は、このように”1”または”0”が設定された動き領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給する。

【0192】領域判定部203-3は、静動判定部202-3から供給された静動判定が動きを示し、かつ、静動判定部202-4から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属することを示す”1”を設定する。

【0193】領域判定部203-3は、静動判定部202-3から供給された静動判定が静止を示すか、または、静動判定部202-4から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素がカバードバックグラウンド領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属しないことを示す”0”を設定する。

【0194】領域判定部203-3は、このように”1”または”0”が設定されたカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給する。

【0195】判定フラグ格納フレームメモリ204は、領域判定部203-1から供給されたアンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、領域判定部203-2から供給された静止領域判定フラグ、領域判定部203-2から供給された動き領域判定フラグ、および領域判定部203-3から供給されたカバードバックグラウンド領域判定フラグをそれぞれ記憶する。

【0196】判定フラグ格納フレームメモリ204は、記憶しているアンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、静止領域判定フラグ、動き領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを合成部2

05に供給する。合成部205は、判定フラグ格納フレームメモリ204から供給された、アンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、静止領域判定フラグ、動き領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを基に、各画素が、アンカバードバックグラウンド領域、静止領域、動き領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属することを示す領域情報を生成し、判定フラグ格納フレームメモリ206に供給する。

【0197】判定フラグ格納フレームメモリ206は、合成部205から供給された領域情報を記憶すると共に、記憶している領域情報を出力する。

【0198】次に、領域特定部103の処理の例を図28乃至図32を参照して説明する。

【0199】前景に対応するオブジェクトが移動しているとき、オブジェクトに対応する画像の画面上の位置は、フレーム毎に変化する。図28に示すように、フレーム n において、 $Y_n(x, y)$ で示される位置に位置するオブジェクトに対応する画像は、次のフレームであるフレーム $n+1$ において、 $Y_{n+1}(x, y)$ に位置する。

【0200】前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向に隣接して1列に並ぶ画素の画素値を時間方向に展開したモデル図を図22に示す。例えば、前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向が画面に対して水平であるとき、図29におけるモデル図は、1つのライン上の隣接する画素の画素値を時間方向に展開したモデルを示す。

【0201】図29において、フレーム n におけるラインは、フレーム $n+1$ におけるラインと同一である。

【0202】フレーム n において、左から2番目の画素乃至13番目の画素に含まれているオブジェクトに対応する前景の成分は、フレーム $n+1$ において、左から6番目乃至17番目の画素に含まれる。

【0203】フレーム n において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から11番目乃至13番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。フレーム $n+1$ において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から6番目乃至8番目の画素である。

【0204】図29に示す例において、フレーム n に含まれる前景の成分が、フレーム $n+1$ において4画素移動しているため、動き量 v は、4である。仮想分割数は、動き量 v に対応し、4である。

【0205】次に、注目しているフレームの前後における混合領域に属する画素の画素値の変化について説明する。

【0206】図30に示す、背景が静止し、前景の動き量 v が4であるフレーム n において、カバードバックグ

ラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の画素である。動き量 v が4であるため、1つ前のフレーム $n-1$ において、左から15番目乃至17番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。また、更に1つ前のフレーム $n-2$ において、左から15番目乃至17番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。

【0207】ここで、背景に対応するオブジェクトが静止しているため、フレーム $n-1$ の左から15番目の画素の画素値は、フレーム $n-2$ の左から15番目の画素の画素値から変化しない。同様に、フレーム $n-1$ の左から16番目の画素の画素値は、フレーム $n-2$ の左から16番目の画素の画素値から変化せず、フレーム $n-1$ の左から17番目の画素の画素値は、フレーム $n-2$ の左から17番目の画素の画素値から変化しない。

【0208】すなわち、フレーム n におけるカバードバックグラウンド領域に属する画素に対応する、フレーム $n-1$ およびフレーム $n-2$ の画素は、背景の成分のみから成り、画素値が変化しないため、その差の絶対値は、ほぼ0の値となる。従って、フレーム n における混合領域に属する画素に対応する、フレーム $n-1$ およびフレーム $n-2$ の画素に対する静動判定は、静動判定部202-4により、静止と判定される。

【0209】フレーム n におけるカバードバックグラウンド領域に属する画素は、前景の成分を含むため、フレーム $n-1$ における背景の成分のみから成る場合と、画素値が異なる。従って、フレーム n における混合領域に属する画素、および対応するフレーム $n-1$ の画素に対する静動判定は、静動判定部202-3により、動きと判定される。

【0210】このように、領域判定部203-3は、静動判定部202-3から動きを示す静動判定の結果が供給され、静動判定部202-4から静止を示す静動判定の結果が供給されたとき、対応する画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0211】図31に示す、背景が静止し、前景の動き量 v が4であるフレーム n において、アンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。動き量 v が4であるため、1つ後のフレーム $n+1$ において、左から2番目乃至4番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。また、更に1つ後のフレーム $n+2$ において、左から2番目乃至4番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。

【0212】ここで、背景に対応するオブジェクトが静止しているため、フレーム $n+2$ の左から2番目の画素の画素値は、フレーム $n+1$ の左から2番目の画素の画素値から変化しない。同様に、フレーム $n+2$ の左から3番目の画素の画素値は、フレーム $n+1$ の左から3番目の画素の画素値から変化せず、フレーム $n+2$ の左から4番目の

画素の画素値は、フレーム#n+1の左から4番目の画素の画素値から変化しない。

【0213】すなわち、フレーム#nにおけるアンカバードバックグラウンド領域に属する画素に対応する、フレーム#n+1およびフレーム#n+2の画素は、背景の成分のみから成り、画素値が変化しないので、その差の絶対値は、ほぼ0の値となる。従って、フレーム#nにおける混合領域に属する画素に対応する、フレーム#n+1およびフレーム#n+2の画素に対する静動判定は、静動判定部202-1により、静止と判定される。

【0214】フレーム#nにおけるアンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、前景の成分を含むので、フレーム#n+1における背景の成分のみから成る場合と、画素値が異なる。従って、フレーム#nにおける混合領域に属する画素、および対応するフレーム#n+1の画素に対する静動判定は、静動判定部202-2により、動きと判定される。

【0215】このように、領域判定部203-1は、静動判定部202-2から動きを示す静動判定の結果が供給され、静動判定部202-1から静止を示す静動判定の結果が供給されたとき、対応する画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0216】図32は、フレーム#nにおける領域特定部103の判定条件を示す図である。フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-2の画素と、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素とが静止と判定され、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素と、フレーム#nの画素とが動きと判定されたとき、領域特定部103は、フレーム#nの判定の対象となる画素がカバーバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0217】フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素と、フレーム#nの画素とが静止と判定され、フレーム#nの画素と、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1の画素とが静止と判定されたとき、領域特定部103は、フレーム#nの判定の対象となる画素が静止領域に属すると判定する。

【0218】フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n-1の画素と、フレーム#nの画素とが動きと判定され、フレーム#nの画素と、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1の画素とが動きと判定されたとき、領域特定部103は、フレーム#nの判定の対象となる画素が動き領域に属すると判定する。

【0219】フレーム#nの画素と、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+1の画素とが動きと判定され、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフ

フレーム#n+1の画素と、フレーム#nの判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム#n+2の画素とが静止と判定されたとき、領域特定部103は、フレーム#nの判定の対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0220】図33は、領域特定部103の領域の特定の結果の例を示す図である。図33(A)において、カバーバックグラウンド領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。図33(B)において、アンカバードバックグラウンド領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。

【0221】図33(C)において、動き領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。図33(D)において、静止領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。

【0222】図34は、判定フラグ格納フレームメモリ206が出力する領域情報の内、混合領域を示す領域情報を画像として示す図である。図34において、カバーバックグラウンド領域またはアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定された画素、すなわち混合領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。判定フラグ格納フレームメモリ206が出力する混合領域を示す領域情報は、混合領域、および前景領域内のテクスチャの無い部分に囲まれたテクスチャの有る部分を示す。

【0223】次に、図35のフローチャートを参照して、領域特定部103の領域特定の処理を説明する。ステップS201において、フレームメモリ201は、判定の対象となるフレーム#nを含むフレーム#n-2乃至フレーム#n+2の画像を取得する。

【0224】ステップS202において、静動判定部202-3は、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、静止か否かを判定し、静止と判定された場合、ステップS203に進み、静動判定部202-2は、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、静止か否かを判定する。

【0225】ステップS203において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、ステップS204に進み、領域判定部203-2は、領域の判定される画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部203-2は、静止領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給し、手続きは、ステップS205に進む。

【0226】ステップS202において、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、動きと判定された場合、または、ステップS203において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、フレーム#nの画素が静止領域には属さないの、ステップS204の処理はスキップさ

れ、手続きは、ステップS205に進む。

【0227】ステップS205において、静動判定部202-3は、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、動きか否かを判定し、動きと判定された場合、ステップS206に進み、静動判定部202-2は、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きか否かを判定する。

【0228】ステップS206において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、ステップS207に進み、領域判定部203-2は、領域の判定される画素に対応する動き領域判定フラグに、動き領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部203-2は、動き領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給し、手続きは、ステップS208に進む。

【0229】ステップS205において、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、静止と判定された場合、または、ステップS206において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、フレーム#nの画素が動き領域には属さないのので、ステップS207の処理はスキップされ、手続きは、ステップS208に進む。

【0230】ステップS208において、静動判定部202-4は、フレーム#n-2の画素とフレーム#n-1の同一位置の画素とで、静止か否かを判定し、静止と判定された場合、ステップS209に進み、静動判定部202-3は、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、動きか否かを判定する。

【0231】ステップS209において、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、動きと判定された場合、ステップS210に進み、領域判定部203-3は、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部203-3は、カバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給し、手続きは、ステップS211に進む。

【0232】ステップS208において、フレーム#n-2の画素とフレーム#n-1の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、または、ステップS209において、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、静止と判定された場合、フレーム#nの画素がカバードバックグラウンド領域には属さないのので、ステップS210の処理はスキップされ、手続きは、ステップS211に進む。

【0233】ステップS211において、静動判定部202-2は、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きか否かを判定し、動きと判定された場合、ステップS212に進み、静動判定部202-1は、フレーム#n+1の画素とフレーム#n+2の同一位置の画

素とで、静止か否かを判定する。

【0234】ステップS212において、フレーム#n+1の画素とフレーム#n+2の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、ステップS213に進み、領域判定部203-1は、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部203-1は、アンカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給し、手続きは、ステップS214に進む。

【0235】ステップS211において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、または、ステップS212において、フレーム#n+1の画素とフレーム#n+2の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、フレーム#nの画素がアンカバードバックグラウンド領域には属さないのので、ステップS213の処理はスキップされ、手続きは、ステップS214に進む。

【0236】ステップS214において、領域特定部103は、フレーム#nの全ての画素について領域を特定したか否かを判定し、フレーム#nの全ての画素について領域を特定していないと判定された場合、手続きは、ステップS202に戻り、他の画素について、領域特定の処理を繰り返す。

【0237】ステップS214において、フレーム#nの全ての画素について領域を特定したと判定された場合、ステップS215に進み、合成部205は、判定フラグ格納フレームメモリ204に記憶されているアンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを基に、混合領域を示す領域情報を生成し、更に、各画素が、アンカバードバックグラウンド領域、静止領域、動き領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属することを示す領域情報を生成し、生成した領域情報を判定フラグ格納フレームメモリ206に設定し、処理は終了する。

【0238】このように、領域特定部103は、フレームに含まれている画素のそれぞれについて、動き領域、静止領域、アンカバードバックグラウンド領域、またはカバードバックグラウンド領域に属することを示す領域情報を生成することができる。

【0239】なお、領域特定部103は、アンカバードバックグラウンド領域およびカバードバックグラウンド領域に対応する領域情報に論理和を適用することにより、混合領域に対応する領域情報を生成して、フレームに含まれている画素のそれぞれについて、動き領域、静止領域、または混合領域に属することを示すフラグから成る領域情報を生成するようにしてもよい。

【0240】前景に対応するオブジェクトがテキストチャを有する場合、領域特定部103は、より正確に動き領域

10

20

30

40

50

を特定することができる。

【0241】領域特定部103は、動き領域を示す領域情報を前景領域を示す領域情報として、また、静止領域を示す領域情報を背景領域を示す領域情報として出力することができる。

【0242】なお、背景に対応するオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景領域に対応する画像が動きを含んでいても上述した領域を特定する処理を適用することができる。例えば、背景領域に対応する画像が1様に動いているとき、領域特定部103は、この動きに対応して画像全体をシフトさせ、背景に対応するオブジェクトが静止している場合と同様に処理する。また、背景領域に対応する画像が局所毎に異なる動きを含んでいるとき、領域特定部103は、動きに対応した画素を選択して、上述の処理を実行する。

【0243】図36は、領域特定部103の構成の他の一例を示すブロック図である。図36に示す領域特定部103は、動きベクトルを使用しない。背景画像生成部301は、入力画像に対応する背景画像を生成し、生成した背景画像を2値オブジェクト画像抽出部302に供給する。背景画像生成部301は、例えば、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを抽出して、背景画像を生成する。

【0244】前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向に隣接して1列に並ぶ画素の画素値を時間方向に展開したモデル図の例を図37に示す。例えば、前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向が画面に対して水平であるとき、図37におけるモデル図は、1つのライン上の隣接する画素の画素値を時間方向に展開したモデルを示す。

【0245】図37において、フレーム#nにおけるラインは、フレーム#n-1およびフレーム#n+1におけるラインと同一である。

【0246】フレーム#nにおいて、左から6番目の画素乃至17番目の画素に含まれているオブジェクトに対応する前景の成分は、フレーム#n-1において、左から2番目乃至13番目の画素に含まれ、フレーム#n+1において、左から10番目乃至21番目の画素に含まれる。

【0247】フレーム#n-1において、カバードバックグ

ラウンド領域に属する画素は、左から11番目乃至13番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。フレーム#nにおいて、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から6番目乃至8番目の画素である。フレーム#n+1において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から19番目乃至21番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から10番目乃至12番目の画素である。

【0248】フレーム#n-1において、背景領域に属する画素は、左から1番目の画素、および左から14番目乃至21番目の画素である。フレーム#nにおいて、背景領域に属する画素は、左から1番目乃至5番目の画素、および左から18番目乃至21番目の画素である。フレーム#n+1において、背景領域に属する画素は、左から1番目乃至9番目の画素である。

【0249】背景画像生成部301が生成する、図37の例に対応する背景画像の例を図38に示す。背景画像は、背景のオブジェクトに対応する画素から構成され、前景のオブジェクトに対応する画像の成分を含まない。

【0250】2値オブジェクト画像抽出部302は、背景画像および入力画像の相関を基に、2値オブジェクト画像を生成し、生成した2値オブジェクト画像を時間変化検出部303に供給する。

【0251】図39は、2値オブジェクト画像抽出部302の構成を示すブロック図である。相関値演算部321は、背景画像生成部301から供給された背景画像および入力画像の相関を演算し、相関値を生成して、生成した相関値をしきい値処理部322に供給する。

【0252】相関値演算部321は、例えば、図40(A)に示すように、 X_i を中心とした 3×3 の背景画像の中のブロックと、図40(B)に示すように、背景画像の中のブロックに対応する Y_i を中心とした 3×3 の入力画像の中のブロックに、式(4)を適用して、 Y_i に対応する相関値を算出する。

【0253】

【数2】

$$\text{相関値} = \frac{\sum_{i=0}^8 (X_i - \bar{X}) \sum_{i=0}^8 (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=0}^8 (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum_{i=0}^8 (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (4)$$

【数3】

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=0}^8 X_i}{9} \quad (5)$$

【数4】

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=0}^8 Y_i}{9}$$

【0254】相関値演算部321は、このように各画素に対応して算出された相関値をしきい値処理部322に供給する。

【0255】また、相関値演算部321は、例えば、図41(A)に示すように、 X_i を中心とした 3×3 の背景画像の中のブロックと、図41(B)に示すように、

$$\text{差分絶対値和} = \sum_{i=0}^8 |X_i - Y_i|$$

【0257】相関値演算部321は、このように算出された差分絶対値を相関値として、しきい値処理部322に供給する。

【0258】しきい値処理部322は、相関画像の画素値としきい値 $th0$ とを比較して、相関値がしきい値 $th0$ 以下である場合、2値オブジェクト画像の画素値に1を設定し、相関値がしきい値 $th0$ より大きい場合、2値オブジェクト画像の画素値に0を設定して、0または1が画素値に設定された2値オブジェクト画像を出力する。しきい値処理部322は、しきい値 $th0$ を予め記憶するようにしてもよく、または、外部から入力されたしきい値 $th0$ を使用するようにしてもよい。

【0259】図42は、図37に示す入力画像のモデルに対応する2値オブジェクト画像の例を示す図である。2値オブジェクト画像において、背景画像と相関の高い画素には、画素値に0が設定される。

【0260】図43は、時間変化検出部303の構成を示すブロック図である。フレームメモリ341は、フレーム# n の画素について領域を判定するとき、2値オブジェクト画像抽出部302から供給された、フレーム# $n-1$ 、フレーム# n 、およびフレーム# $n+1$ の2値オブジェクト画像を記憶する。

【0261】領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム# $n-1$ 、フレーム# n 、およびフレーム# $n+1$ の2値オブジェクト画像を基に、フレーム# n の各画素について領域を判定して、領域情報を生成し、生成した領域情報を出力する。

【0262】図44は、領域判定部342の判定を説明する図である。フレーム# n の2値オブジェクト画像の注目している画素が0であるとき、領域判定部342は、フレーム# n の注目している画素が背景領域に属すると判定する。

【0263】フレーム# n の2値オブジェクト画像の注目している画素が1であり、フレーム# $n-1$ の2値オブジェクト画像の対応する画素が1であり、フレーム# $n+1$ の2値オブジェクト画像の対応する画素が1であるとき、領域判定部342は、フレーム# n の注目している画素が前景領域に属すると判定する。

【0264】フレーム# n の2値オブジェクト画像の注目

背景画像の中のブロックに対応する Y_i を中心とした 3×3 の入力画像の中のブロックに、式(7)を適用して、 Y_i に対応する差分絶対値を算出するようにしてもよい。

【0256】

【数5】

(6)

している画素が1であり、フレーム# $n-1$ の2値オブジェクト画像の対応する画素が0であるとき、領域判定部342は、フレーム# n の注目している画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0265】フレーム# n の2値オブジェクト画像の注目している画素が1であり、フレーム# $n+1$ の2値オブジェクト画像の対応する画素が0であるとき、領域判定部342は、フレーム# n の注目している画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0266】図45は、図37に示す入力画像のモデルに対応する2値オブジェクト画像について、時間変化検出部303の判定した例を示す図である。時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム# n の対応する画素が0なので、フレーム# n の左から1番目乃至5番目の画素を背景領域に属すると判定する。

【0267】時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム# n の画素が1であり、フレーム# $n+1$ の対応する画素が0なので、左から6番目乃至9番目の画素をアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0268】時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム# n の画素が1であり、フレーム# $n-1$ の対応する画素が1であり、フレーム# $n+1$ の対応する画素が1なので、左から10番目乃至13番目の画素を前景領域に属すると判定する。

【0269】時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム# n の画素が1であり、フレーム# $n-1$ の対応する画素が0なので、左から14番目乃至17番目の画素をカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0270】時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム# n の対応する画素が0なので、左から18番目乃至21番目の画素を背景領域に属すると判定する。

【0271】次に、図46のフローチャートを参照して、領域判定部103の領域特定の処理を説明する。ステップS301において、領域判定部103の背景画像生成部301は、入力画像を基に、例えば、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェ

トを抽出して背景画像を生成し、生成した背景画像を2値オブジェクト画像抽出部302に供給する。

【0272】ステップS302において、2値オブジェクト画像抽出部302は、例えば、図40を参照して説明した演算により、入力画像と背景画像生成部301から供給された背景画像との相関値を演算する。ステップS303において、2値オブジェクト画像抽出部302は、例えば、相関値としきい値 th_0 とを比較することにより、相関値およびしきい値 th_0 から2値オブジェクト画像を演算する。

【0273】ステップS304において、時間変化検出部303は、領域判定の処理を実行して、処理は終了する。

【0274】図47のフローチャートを参照して、ステップS304に対応する領域判定の処理の詳細を説明する。ステップS321において、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム# n において、注目する画素が0であるか否かを判定し、フレーム# n において、注目する画素が0であると判定された場合、ステップS322に進み、フレーム# n の注目する画素が背景領域に属すると設定して、処理は終了する。

【0275】ステップS321において、フレーム# n において、注目する画素が1であると判定された場合、ステップS323に進み、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム# n において、注目する画素が1であり、かつ、フレーム# $n-1$ において、対応する画素が0であるか否かを判定し、フレーム# n において、注目する画素が1であり、かつ、フレーム# $n-1$ において、対応する画素が0であると判定された場合、ステップS324に進み、フレーム# n の注目する画素がカバードバックグラウンド領域に属すると設定して、処理は終了する。

【0276】ステップS323において、フレーム# n において、注目する画素が0であるか、または、フレーム# $n-1$ において、対応する画素が1であると判定された場合、ステップS325に進み、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム# n において、注目する画素が1であり、かつ、フレーム# $n+1$ において、対応する画素が0であるか否かを判定し、フレーム# n において、注目する画素が1であり、かつ、フレーム# $n+1$ において、対応する画素が0であると判定された場合、ステップS326に進み、フレーム# n の注目する画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると設定して、処理は終了する。

【0277】ステップS325において、フレーム# n において、注目する画素が0であるか、または、フレーム# $n+1$ において、対応する画素が1であると判定された場合、ステップS327に進み、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレーム# n の注目する画素を前景

領域と設定して、処理は終了する。

【0278】このように、領域特定部103は、入力された画像と対応する背景画像との相関値を基に、入力画像の画素が前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを特定して、特定した結果に対応する領域情報を生成することができる。

【0279】図48は、領域特定部103の他の構成を示すブロック図である。図48に示す領域特定部103は、動き検出部102から供給される動きベクトルとその位置情報を使用する。図36に示す場合と同様の部分には、同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0280】ロバスト化部361は、2値オブジェクト画像抽出部302から供給された、 N 個のフレームの2値オブジェクト画像を基に、ロバスト化された2値オブジェクト画像を生成して、時間変化検出部303に出力する。

【0281】図49は、ロバスト化部361の構成を説明するブロック図である。動き補償部381は、動き検出部102から供給された動きベクトルとその位置情報を基に、 N 個のフレームの2値オブジェクト画像の動きを補償して、動きが補償された2値オブジェクト画像をスイッチ382に出力する。

【0282】図50および図51の例を参照して、動き補償部381の動き補償について説明する。例えば、フレーム# n の領域を判定するとき、図50に例を示すフレーム# $n-1$ 、フレーム# n 、およびフレーム# $n+1$ の2値オブジェクト画像が入力された場合、動き補償部381は、動き検出部102から供給された動きベクトルを基に、図51に例を示すように、フレーム# $n-1$ の2値オブジェクト画像、およびフレーム# $n+1$ の2値オブジェクト画像を動き補償して、動き補償された2値オブジェクト画像をスイッチ382に供給する。

【0283】スイッチ382は、1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像をフレームメモリ383-1に出力し、2番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像をフレームメモリ383-2に出力する。同様に、スイッチ382は、3番目乃至 $N-1$ 番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像のそれぞれをフレームメモリ383-3乃至フレームメモリ383-($N-1$)のいずれかに出力し、 N 番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像をフレームメモリ383- N に出力する。

【0284】フレームメモリ383-1は、1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-1に出力する。フレームメモリ383-2は、2番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-2に出力する。

【0285】同様に、フレームメモリ383-3乃至フレームメモリ383-(N-1)のそれぞれは、3番目のフレーム乃至N-1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像のいずれかを記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-3乃至重み付け部384-(N-1)のいずれかに出力する。フレームメモリ383-Nは、N番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-Nに出力する。

【0286】重み付け部384-1は、フレームメモリ383-1から供給された1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_1 を乗じて、積算部385に供給する。重み付け部384-2は、フレームメモリ383-2から供給された2番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_2 を乗じて、積算部385に供給する。

【0287】同様に、重み付け部384-3乃至重み付け部384-(N-1)のそれぞれは、フレームメモリ383-3乃至フレームメモリ383-(N-1)のいずれかから供給された3番目乃至N-1番目のいずれかのフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_3 乃至重み $w_{(N-1)}$ のいずれかを乗じて、積算部385に供給する。重み付け部384-Nは、フレームメモリ383-Nから供給されたN番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_N を乗じて、積算部385に供給する。

【0288】積算部385は、1乃至N番目のフレームの動き補償され、それぞれ重み w_1 乃至 w_N のいずれかが乗じられた、2値オブジェクト画像の対応する画素値を積算して、積算された画素値を予め定められたしきい値 th_0 と比較することにより2値オブジェクト画像を生成する。

【0289】このように、ロバスト化部361は、N個の2値オブジェクト画像からロバスト化された2値オブジェクト画像を生成して、時間変化検出部303に供給するので、図48に構成を示す領域特定部103は、入力画像にノイズが含まれていても、図36に示す場合に比較して、より正確に領域を特定することができる。

【0290】次に、図48に構成を示す領域特定部103の領域特定の処理について、図52のフローチャートを参照して説明する。ステップS341乃至ステップS343の処理は、図46のフローチャートで説明したステップS301乃至ステップS303とそれぞれ同様なのでその説明は省略する。

【0291】ステップS344において、ロバスト化部361は、ロバスト化の処理を実行する。

【0292】ステップS345において、時間変化検出部303は、領域判定の処理を実行して、処理は終了す

る。ステップS345の処理の詳細は、図47のフローチャートを参照して説明した処理と同様なのでその説明は省略する。

【0293】次に、図53のフローチャートを参照して、図52のステップS344の処理に対応する、ロバスト化の処理の詳細について説明する。ステップS361において、動き補償部381は、動き検出部102から供給される動きベクトルとその位置情報を基に、入力された2値オブジェクト画像の動き補償の処理を実行する。ステップS362において、フレームメモリ383-1乃至383-Nのいずれかは、スイッチ382を介して供給された動き補償された2値オブジェクト画像を記憶する。

【0294】ステップS363において、ロバスト化部361は、N個の2値オブジェクト画像が記憶されたか否かを判定し、N個の2値オブジェクト画像が記憶されていないと判定された場合、ステップS361に戻り、2値オブジェクト画像の動き補償の処理および2値オブジェクト画像の記憶の処理を繰り返す。

【0295】ステップS363において、N個の2値オブジェクト画像が記憶されたと判定された場合、ステップS364に進み、重み付け部384-1乃至384-Nのそれぞれは、N個の2値オブジェクト画像のそれぞれに w_1 乃至 w_N のいずれかの重みを乗じて、重み付けする。

【0296】ステップS365において、積算部385は、重み付けされたN個の2値オブジェクト画像を積算する。

【0297】ステップS366において、積算部385は、例えば、予め定められたしきい値 th_1 との比較などにより、積算された画像から2値オブジェクト画像を生成して、処理は終了する。

【0298】このように、図48に構成を示す領域特定部103は、ロバスト化された2値オブジェクト画像を基に、領域情報を生成することができる。

【0299】以上のように、領域特定部103は、フレームに含まれている画素のそれぞれについて、動き領域、静止領域、アンカバードバックグラウンド領域、またはカバードバックグラウンド領域に属することを示す領域情報を生成することができる。

【0300】図54は、混合比算出部104の構成の一例を示すブロック図である。推定混合比処理部401は、入力画像を基に、カバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を混合比決定部403に供給する。

【0301】推定混合比処理部402は、入力画像を基に、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を混合比決定部403に供給する。

【0302】前景に対応するオブジェクトがシャッタ時間内に等速で動いていると仮定できるので、混合領域に属する画素の混合比 α は、以下の性質を有する。すなわち、混合比 α は、画素の位置の変化に対応して、直線的に変化する。画素の位置の変化を1次元とすれば、混合比 α の変化は、直線で表現することができ、画素の位置の変化を2次元とすれば、混合比 α の変化は、平面で表現することができる。

【0303】なお、1フレームの期間は短いので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定が成り立つ。

【0304】この場合、混合比 α の傾きは、前景のシャッタ時間内での動き量 v の逆比となる。

$$\begin{aligned} C06 &= B06/v + B06/v + F01/v + F02/v \\ &= P06/v + P06/v + F01/v + F02/v \\ &= 2/v \cdot P06 + \sum_{i=1}^2 F_{i1}/v \end{aligned} \quad (8)$$

【0309】式(8)において、画素値C06を混合領域の画素の画素値Mと、画素値P06を背景領域の画素の画素値Bと表現する。すなわち、混合領域の画素の画素値Mおよび背景領域の画素の画素値Bは、それぞれ、式(9)および式(10)のように表現することができる。

$$\begin{aligned} M &= C06 & (9) \\ B &= P06 & (10) \end{aligned}$$

【0311】式(8)中の $2/v$ は、混合比 α に対応する。動き量 v が4なので、フレーム#nの左から7番目の画素の混合比 α は、0.5となる。

【0312】以上のように、注目しているフレーム#nの画素値Cを混合領域の画素値と見なし、フレーム#nの前のフレーム#n-1の画素値Pを背景領域の画素値と見なすことで、混合比 α を示す式(3)は、式(11)のように書き換えられる。

$$C = \alpha \cdot P + f \quad (11)$$

式(11)の f は、注目している画素に含まれる前景の成分の和 $\sum_i F_{i1}/v$ である。式(11)に含まれる変数は、混合比 α および前景の成分の和 f の2つである。

【0314】同様に、アンカバードバックグラウンド領域における、動き量 v が4であり、時間方向の仮想分割数が4である、画素値を時間方向に展開したモデルを図57に示す。

【0315】アンカバードバックグラウンド領域において、上述したカバードバックグラウンド領域における表

$$M_c = \frac{2}{v} \cdot B06 + \sum_{i=1}^2 F_{i1}/v \quad (13)$$

式(13)の右辺第1項の $2/v$ は、混合比 α に相当する。式(13)の右辺第2項は、後のフレーム#n+1の画素値を利用して、式(14)のように表すこととする。

【0305】理想的な混合比 α の例を図55に示す。理想的な混合比 α の混合領域における傾き l は、動き量 v の逆数として表すことができる。

【0306】図55に示すように、理想的な混合比 α は、背景領域において、1の値を有し、前景領域において、0の値を有し、混合領域において、0を越え1未満の値を有する。

【0307】図56の例において、フレーム#nの左から7番目の画素の画素値C06は、フレーム#n-1の左から7番目の画素の画素値P06を用いて、式(8)で表すことができる。

【0308】

【数6】

現と同様に、注目しているフレーム#nの画素値Cを混合領域の画素値と見なし、フレーム#nの後のフレーム#n+1の画素値Nを背景領域の画素値と見なすことで、混合比 α を示す式(3)は、式(12)のように表現することができる。

$$C = \alpha \cdot N + f \quad (12)$$

【0317】なお、背景のオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景のオブジェクトが動いている場合においても、背景の動き量 v に対応させた位置の画素の画素値を利用することにより、式(8)乃至式(12)を適用することができる。例えば、図56において、背景に対応するオブジェクトの動き量 v が2であり、仮想分割数が2であるとき、背景に対応するオブジェクトが図中の右側に動いているとき、式(10)における背景領域の画素の画素値Bは、画素値P04とされる。

【0318】式(11)および式(12)は、それぞれ2つの変数を含むので、そのままでは混合比 α を求めることができない。ここで、画像は一般的に空間的に相関が強いので近接する画素同士でほぼ同じ画素値となる。

【0319】そこで、前景成分は、空間的に相関が強いので、前景の成分の和 f を前または後のフレームから導き出せるように式を変形して、混合比 α を求める。

【0320】図58のフレーム#nの左から7番目の画素の画素値 M_c は、式(13)で表すことができる。

【0321】

【数7】

【0322】

【数8】

$$\sum_{i=11}^{12} F_{i|v} = \beta \cdot \sum_{i=7}^{10} F_{i|v}$$

(14)

【0323】ここで、前景の成分の空間相関を利用して、式(15)が成立するとする。

$$F=F05=F06=F07=F08=F09=F10=F11=F12$$

(15)

式(14)は、式(15)を利用して、式(16)のよ
うに置き換えることができる。

$$\begin{aligned} \sum_{i=11}^{12} F_{i|v} &= \frac{2}{v} \cdot F \\ &= \beta \cdot \frac{4}{v} \cdot F \end{aligned}$$

(16)

【0326】結果として、 β は、式(17)で表すこと
ができる。

【0327】

$$\beta = 2/4$$

(17)

【0328】一般的に、式(15)に示すように混合領
域に関係する前景の成分が等しいと仮定すると、混合領
域の全ての画素について、内分比の関係から式(18)
が成立する。

$$\begin{aligned} C &= \alpha \cdot P + f \\ &= \alpha \cdot P + (1-\alpha) \cdot \sum_{i=7}^{T+V-1} F_{i|v} \\ &= \alpha \cdot P + (1-\alpha) \cdot N \end{aligned}$$

(19)

【0332】同様に、式(18)が成立するとすれば、
式(12)は、式(20)に示すように展開することが
できる。

$$\begin{aligned} C &= \alpha \cdot N + f \\ &= \alpha \cdot N + (1-\alpha) \cdot \sum_{i=7}^{T+V-1} F_{i|v} \\ &= \alpha \cdot N + (1-\alpha) \cdot P \end{aligned}$$

(20)

【0334】式(19)および式(20)において、
C、N、およびPは、既知の画素値なので、式(19)お
よび式(20)に含まれる変数は、混合比 α のみであ
る。式(19)および式(20)における、C、N、およ
びPの関係を図59に示す。Cは、混合比 α を算出する、
フレーム#nの注目している画素の画素値である。Nは、
注目している画素と空間方向の位置が対応する、フレ
ーム#n+1の画素の画素値である。Pは、注目している画素
と空間方向の位置が対応する、フレーム#n-1の画素の画
素値である。

【0335】従って、式(19)および式(20)のそ
れぞれに1つの変数が含まれることとなるので、3つの
フレームの画素の画素値を利用して、混合比 α を算出す

$$\alpha = (C-N)/(P-N)$$

$$\alpha = (C-P)/(N-P)$$

【0338】図60は、推定混合比処理部401の構成
を示すブロック図である。フレームメモリ421は、入
力された画像をフレーム単位で記憶し、入力画像として

【0324】

【0325】
【数9】

【0329】

$$\beta = 1 - \alpha$$

(18)

【0330】式(18)が成立するとすれば、式(1
1)は、式(19)に示すように展開することができ
る。

【0331】

【数10】

【0333】

【数11】

ることができる。式(19)および式(20)を解くこ
とにより、正しい混合比 α が算出されるための条件は、
混合領域に関係する前景の成分が等しい、すなわち、前
景のオブジェクトが静止しているとき撮像された前景の
画像オブジェクトにおいて、前景のオブジェクトの動き
の方向に対応する、画像オブジェクトの境界に位置する
画素であって、動き量vの2倍の数の連続している画素
の画素値が、一定であることである。

【0336】以上のように、カバードバックグラウンド
領域に属する画素の混合比 α は、式(21)により算出
され、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素
の混合比 α は、式(22)により算出される。

【0337】

$$(21)$$

$$(22)$$

入力されているフレームから1つ後のフレームをフレ
ームメモリ422および混合比演算部423に供給する。

【0339】フレームメモリ422は、入力された画像

をフレーム単位で記憶し、フレームメモリ 421 から供給されているフレームから 1 つ後のフレームを混合比演算部 423 に供給する。

【0340】従って、入力画像としてフレーム #n+1 が混合比演算部 423 に入力されているとき、フレームメモリ 421 は、フレーム #n を混合比演算部 423 に供給し、フレームメモリ 422 は、フレーム #n-1 を混合比演算部 423 に供給する。

【0341】混合比演算部 423 は、式 (21) に示す演算により、フレーム #n の注目している画素の画素値 C、注目している画素と空間的位置が対応する、フレーム #n+1 の画素の画素値 N、および注目している画素と空間的位置が対応する、フレーム #n-1 の画素の画素値 P を基に、注目している画素の推定混合比を算出して、算出した推定混合比を出力する。例えば、背景が静止しているとき、混合比演算部 423 は、フレーム #n の注目している画素の画素値 C、注目している画素とフレーム内の位置が同じ、フレーム #n+1 の画素の画素値 N、および注目している画素とフレーム内の位置が同じ、フレーム #n-1 の画素の画素値 P を基に、注目している画素の推定混合比を算出して、算出した推定混合比を出力する。

【0342】このように、推定混合比処理部 401 は、入力画像を基に、推定混合比を算出して、混合比決定部 403 に供給することができる。

【0343】なお、推定混合比処理部 402 は、推定混合比処理部 401 が式 (21) に示す演算により、注目している画素の推定混合比を算出するのに対して、式 (22) に示す演算により、注目している画素の推定混合比を算出する部分が異なることを除き、推定混合比処理部 401 と同様なので、その説明は省略する。

【0344】図 61 は、推定混合比処理部 401 により算出された推定混合比の例を示す図である。図 61 に示す推定混合比は、等速で動いているオブジェクトに対応する前景の動き量 v が 11 である場合の結果を、1 ラインに対して示すものである。

【0345】推定混合比は、混合領域において、図 55 に示すように、ほぼ直線的に変化していることがわかる。

【0346】図 54 に戻り、混合比決定部 403 は、領域特定部 103 から供給された、混合比 α の算出の対象となる画素が、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を基に、混合比 α を設定する。混合比決定部 403 は、対象となる画素が前景領域に属する場合、0 を混合比 α に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1 を混合比 α に設定し、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 401 から供給された推定混合比を混合比 α に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合

比処理部 402 から供給された推定混合比を混合比 α に設定する。混合比決定部 403 は、領域情報を基に設定した混合比 α を出力する。

【0347】図 62 は、混合比算出部 104 の他の構成を示すブロック図である。選択部 441 は、領域特定部 103 から供給された領域情報を基に、カバードバックグラウンド領域に属する画素および、これに対応する前および後のフレームの画素を推定混合比処理部 442 に供給する。選択部 441 は、領域特定部 103 から供給された領域情報を基に、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素および、これに対応する前および後のフレームの画素を推定混合比処理部 443 に供給する。

【0348】推定混合比処理部 442 は、選択部 441 から入力された画素値を基に、式 (21) に示す演算により、カバードバックグラウンド領域に属する、注目している画素の推定混合比を算出して、算出した推定混合比を選択部 444 に供給する。

【0349】推定混合比処理部 443 は、選択部 441 から入力された画素値を基に、式 (22) に示す演算により、アンカバードバックグラウンド領域に属する、注目している画素の推定混合比を算出して、算出した推定混合比を選択部 444 に供給する。

【0350】選択部 444 は、領域特定部 103 から供給された領域情報を基に、対象となる画素が前景領域に属する場合、0 である推定混合比を選択して、混合比 α に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1 である推定混合比を選択して、混合比 α に設定する。選択部 444 は、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 442 から供給された推定混合比を選択して混合比 α に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 443 から供給された推定混合比を選択して混合比 α に設定する。選択部 444 は、領域情報を基に選択して設定した混合比 α を出力する。

【0351】このように、図 62 に示す他の構成を有する混合比算出部 104 は、画像の含まれる画素毎に混合比 α を算出して、算出した混合比 α を出力することができる。

【0352】図 63 のフローチャートを参照して、図 54 に構成を示す混合比算出部 104 の混合比 α の算出の処理を説明する。ステップ S401 において、混合比算出部 104 は、領域特定部 103 から供給された領域情報を取得する。ステップ S402 において、推定混合比処理部 401 は、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルにより推定混合比の演算の処理を実行し、算出した推定混合比を混合比決定部 403 に供給する。混合比推定の演算の処理の詳細は、図 64 のフローチャートを参照して、後述する。

【0353】ステップ S403 において、推定混合比処理部 402 は、アンカバードバックグラウンド領域に対

応するモデルにより推定混合比の演算の処理を実行し、算出した推定混合比を混合比決定部 403 に供給する。

【0354】ステップ S404 において、混合比算出部 104 は、フレーム全体について、混合比 α を推定したか否かを判定し、フレーム全体について、混合比 α を推定していないと判定された場合、ステップ S402 に戻り、次の画素について混合比 α を推定する処理を実行する。

【0355】ステップ S404 において、フレーム全体について、混合比 α を推定したと判定された場合、ステップ S405 に進み、混合比決定部 403 は、画素が、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す、領域特定部 103 から供給された領域情報を基に、混合比 α を設定する。混合比決定部 403 は、対象となる画素が前景領域に属する場合、0 を混合比 α に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1 を混合比 α に設定し、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 401 から供給された推定混合比を混合比 α に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 402 から供給された推定混合比を混合比 α に設定し、処理は終了する。

【0356】このように、混合比算出部 104 は、領域特定部 103 から供給された領域情報、および入力画像を基に、各画素に対応する特徴量である混合比 α を算出することができる。

【0357】図 62 に構成を示す混合比算出部 104 の混合比 α の算出の処理は、図 63 のフローチャートで説明した処理と同様なので、その説明は省略する。

【0358】次に、図 63 のステップ S402 に対応する、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理を図 64 のフローチャートを参照して説明する。

【0359】ステップ S421 において、混合比演算部 423 は、フレームメモリ 421 から、フレーム #n の注目画素の画素値 C を取得する。

【0360】ステップ S422 において、混合比演算部 423 は、フレームメモリ 422 から、注目画素に対応する、フレーム #n-1 の画素の画素値 P を取得する。

【0361】ステップ S423 において、混合比演算部 423 は、入力画像に含まれる注目画素に対応する、フレーム #n+1 の画素の画素値 N を取得する。

【0362】ステップ S424 において、混合比演算部 423 は、フレーム #n の注目画素の画素値 C、フレーム #n-1 の画素の画素値 P、およびフレーム #n+1 の画素の画素値 N を基に、推定混合比を演算する。

【0363】ステップ S425 において、混合比演算部 423 は、フレーム全体について、推定混合比を演算する処理を終了したか否かを判定し、フレーム全体につい

て、推定混合比を演算する処理を終了していないと判定された場合、ステップ S421 に戻り、次の画素について推定混合比を算出する処理を繰り返す。

【0364】ステップ S425 において、フレーム全体について、推定混合比を演算する処理を終了したと判定された場合、処理は終了する。

【0365】このように、推定混合比処理部 401 は、入力画像を基に、推定混合比を演算することができる。

【0366】図 63 のステップ S403 におけるアンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理は、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する式を利用した、図 64 のフローチャートに示す処理と同様なので、その説明は省略する。

【0367】なお、図 62 に示す推定混合比処理部 442 および推定混合比処理部 443 は、図 64 に示すフローチャートと同様の処理を実行して推定混合比を演算するので、その説明は省略する。

【0368】また、背景に対応するオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景領域に対応する画像が動きを含んでいても上述した混合比 α を求める処理を適用することができる。例えば、背景領域に対応する画像が一様に動いているとき、推定混合比処理部 401 は、背景の動きに対応して画像全体をシフトさせ、背景に対応するオブジェクトが静止している場合と同様に処理する。また、背景領域に対応する画像が局所毎に異なる背景の動きを含んでいるとき、推定混合比処理部 401 は、混合領域に属する画素に対応する画素として、背景の動きに対応した画素を選択して、上述の処理を実行する。

【0369】また、混合比算出部 104 は、全ての画素について、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理のみを実行して、算出された推定混合比を混合比 α として出力するようにしてもよい。この場合において、混合比 α は、カバードバックグラウンド領域に属する画素について、背景の成分の割合を示し、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素について、前景の成分の割合を示す。アンカバードバックグラウンド領域に属する画素について、このように算出された混合比 α と 1 との差分の絶対値を算出して、算出した絶対値を混合比 α に設定すれば、分離部 91 は、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素について、背景の成分の割合を示す混合比 α を求めることができる。

【0370】なお、同様に、混合比算出部 104 は、全ての画素について、アンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理のみを実行して、算出された推定混合比を混合比 α として出力するようにしてもよい。

【0371】次に、混合比 α が直線的に変化する性質を利用して混合比 α を算出する混合比算出部 104 につい

て説明する。

【0372】上述したように、式(11)および式(12)は、それぞれ2つの変数を含むので、そのままでは混合比 α を求めることができない。

【0373】そこで、シャッタ時間内において、前景に対応するオブジェクトが等速で動くことによる、画素の位置の変化に対応して、混合比 α が直線的に変化する性質を利用して、空間方向に、混合比 α と前景の成分の和 f とを近似した式を立てる。混合領域に属する画素の画素値および背景領域に属する画素の画素値の組の複数を

10 利用して、混合比 α と前景の成分の和 f とを近似した式を解く。

【0374】混合比 α の変化を、直線として近似すると、混合比 α は、式(23)で表される。

$$\alpha = i + p \quad (23)$$

式(23)において、 i は、注目している画素の位置を0とした空間方向のインデックスである。 l は、混合比 α の直線の傾きである。 p は、混合比 α の直線の切片である共に、注目している画素の混合比 α である。式(23)において、インデックス i は、既知であるが、傾き l および切片 p は、未知である。

【0376】インデックス i 、傾き l 、および切片 p の関係を図65に示す。

【0377】混合比 α を式(23)のように近似することにより、複数の画素に対して複数の異なる混合比 α は、2つの変数で表現される。図65に示す例において、5つの画素に対する5つの混合比は、2つの変数で

$$\begin{aligned} f(x) &= (1 - (jm + kq + p)) \cdot Fc \\ &= j \cdot (-m \cdot Fc) + k \cdot (-q \cdot Fc) + ((1-p) \cdot Fc) \\ &= js + kt + u \end{aligned}$$

【0386】式(29)において、 $(-m \cdot Fc)$ 、 $(-q \cdot Fc)$ 、および $(1-p) \cdot Fc$ は、式(30)乃至式(32)に示すように置き換えられている。

$$s = -m \cdot Fc \quad (30)$$

$$t = -q \cdot Fc \quad (31)$$

$$u = (1-p) \cdot Fc \quad (32)$$

【0388】式(29)において、 j は、注目している画素の位置を0とした水平方向のインデックスであり、 k は、垂直方向のインデックスである。

【0389】このように、前景に対応するオブジェクト

$$\begin{aligned} M &= (jm + kq + p) \cdot B + js + kt + u \\ &= jB \cdot m + kB \cdot q + B \cdot p + j \cdot s + k \cdot t + u \end{aligned}$$

【0394】式(34)において、未知の変数は、混合比 α の面の水平方向の傾き m 、混合比 α の面の垂直方向の傾き q 、混合比 α の面の切片 p 、 s 、 t 、および u の6つである。

【0395】注目している画素の近傍の画素に対応させて、式(34)に示す正規方程式に、画素値 M または画

ある傾き l および切片 p により表現される。

【0378】図66に示す平面で混合比 α を近似すると、画像の水平方向および垂直方向の2つの方向に対応する動き v を考慮したとき、式(23)を平面に拡張して、混合比 α は、式(24)で表される。

$$\alpha = jm + kq + p \quad (24)$$

式(24)において、 j は、注目している画素の位置を0とした水平方向のインデックスであり、 k は、垂直方向のインデックスである。 m は、混合比 α の面の水平方向の傾きであり、 q は、混合比 α の面の垂直方向の傾きである。 p は、混合比 α の面の切片である。

【0380】例えば、図56に示すフレーム $\#n$ において、C05乃至C07について、それぞれ、式(25)乃至式(27)が成立する。

$$C05 = \alpha 05 \cdot B05 / v + f05 \quad (25)$$

$$C06 = \alpha 06 \cdot B06 / v + f06 \quad (26)$$

$$C07 = \alpha 07 \cdot B07 / v + f07 \quad (27)$$

【0382】前景の成分が近傍で一致する、すなわち、F01乃至F03が等しいとして、F01乃至F03を Fc に置き換えると式(28)が成立する。

$$f(x) = (1 - \alpha(x)) \cdot Fc \quad (28)$$

式(28)において、 x は、空間方向の位置を表す。

【0384】 $\alpha(x)$ を式(24)で置き換えると、式(28)は、式(29)として表すことができる。

$$[0385]$$

$$(29)$$

がシャッタ時間内において等速に移動し、前景に対応する成分が近傍において一定であるという仮定が成立するので、前景の成分の和は、式(29)で近似される。

【0390】なお、混合比 α を直線で近似する場合、前景の成分の和は、式(33)で表すことができる。

$$f(x) = is + tu \quad (33)$$

【0392】式(13)の混合比 α および前景成分の和を、式(24)および式(29)を利用して置き換えると、画素値 M は、式(34)で表される。

$$[0393]$$

$$(34)$$

素値 B を設定し、画素値 M または画素値 B が設定された複数の正規方程式を最小自乗法で解いて、混合比 α を算出する。

【0396】例えば、注目している画素の水平方向のインデックス j を0とし、垂直方向のインデックス k を0とし、注目している画素の近傍の3×3の画素について、

式 (34) に示す正規方程式に画素値Mまたは画素値Bを設定すると、式 (35) 乃至式 (43) を得る。

$$M_{-1,-1}=(-1) \cdot B_{-1,-1} \cdot m+(-1) \cdot B_{-1,-1} \cdot q+B_{-1,-1} \cdot p+(-1) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (35)$$

$$M_{0,-1}=(0) \cdot B_{0,-1} \cdot m+(-1) \cdot B_{0,-1} \cdot q+B_{0,-1} \cdot p+(0) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (36)$$

$$M_{1,-1}=(+1) \cdot B_{1,-1} \cdot m+(-1) \cdot B_{1,-1} \cdot q+B_{1,-1} \cdot p+(+1) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (37)$$

$$M_{-1,0}=(-1) \cdot B_{-1,0} \cdot m+(0) \cdot B_{-1,0} \cdot q+B_{-1,0} \cdot p+(-1) \cdot s+(0) \cdot t+u \quad (38)$$

$$M_{0,0}=(0) \cdot B_{0,0} \cdot m+(0) \cdot B_{0,0} \cdot q+B_{0,0} \cdot p+(0) \cdot s+(0) \cdot t+u \quad (39)$$

$$M_{1,0}=(+1) \cdot B_{1,0} \cdot m+(0) \cdot B_{1,0} \cdot q+B_{1,0} \cdot p+(+1) \cdot s+(0) \cdot t+u \quad (40)$$

$$M_{-1,+1}=(-1) \cdot B_{-1,+1} \cdot m+(+1) \cdot B_{-1,+1} \cdot q+B_{-1,+1} \cdot p+(-1) \cdot s+(+1) \cdot t+u \quad (41)$$

$$M_{0,+1}=(0) \cdot B_{0,+1} \cdot m+(+1) \cdot B_{0,+1} \cdot q+B_{0,+1} \cdot p+(0) \cdot s+(+1) \cdot t+u \quad (42)$$

$$M_{1,+1}=(+1) \cdot B_{1,+1} \cdot m+(+1) \cdot B_{1,+1} \cdot q+B_{1,+1} \cdot p+(+1) \cdot s+(+1) \cdot t+u \quad (43)$$

【0398】注目している画素の水平方向のインデックスjが0であり、垂直方向のインデックスkが0であるので、注目している画素の混合比 α は、式 (24) より、 $j=0$ および $k=0$ のときの値、すなわち、切片pに等しい。

【0399】従って、式 (35) 乃至式 (43) の9つの式を基に、最小自乗法により、水平方向の傾きm、垂直方向の傾きq、切片p、s、t、およびuのそれぞれの値を算出し、切片pを混合比 α として出力すればよい。

【0400】次に、最小自乗法を適用して混合比 α を算出するより具体的な手順を説明する。

【0401】インデックスiおよびインデックスkを1つのインデックスxで表現すると、インデックスi、インデ

ックスk、およびインデックスxの関係は、式 (44) で表される。

$$x=(j+1) \cdot 3+(k+1) \quad (44)$$

【0403】水平方向の傾きm、垂直方向の傾きq、切片p、s、t、およびuをそれぞれ変数w0,w1,w2,w3,w4、およびw5と表現し、jB,kB,B,j,k、およびiをそれぞれa0,a1,a2,a3,a4、およびa5と表現する。誤差exを考慮すると、式 (35) 乃至式 (43) は、式 (45) に書き換えることができる。

$$\begin{aligned} & \text{【0404】} \\ & \text{【数12】} \end{aligned}$$

$$M_x = \sum_{y=0}^5 a_y \cdot w_y + e_x \quad (45)$$

式 (45) において、xは、0乃至8の整数のいずれかの値である。

【0405】式 (45) から、式 (46) を導くことが

$$e_x = M_x - \sum_{y=0}^5 a_y \cdot w_y \quad (46)$$

【0407】ここで、最小自乗法を適用するため、誤差の自乗和Eを式 (47) に示すようにに定義する。

$$E = \sum_{x=0}^8 e_x^2 \quad (47)$$

【0409】誤差が最小になるためには、誤差の自乗和Eに対する、変数wvの偏微分が0になればよい。ここで、vは、0乃至5の整数のいずれかの値である。従っ

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial w_v} &= 2 \cdot \sum_{x=0}^8 e_x \cdot \frac{\partial e_x}{\partial w_v} \\ &= 2 \cdot \sum_{x=0}^8 e_x \cdot a_v = 0 \end{aligned} \quad (48)$$

【0411】式 (48) に式 (46) を代入すると、式 (49) を得る。

$$\sum_{x=0}^8 (a_v \cdot \sum_{y=0}^5 a_y \cdot w_y) = \sum_{x=0}^8 a_v \cdot M_x \quad (49)$$

【0413】式 (49) のvに0乃至5の整数のいずれか1つを代入して得られる6つの式に、例えば、掃き出

できる。

$$\begin{aligned} & \text{【0406】} \\ & \text{【数13】} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{【0408】} \\ & \text{【数14】} \end{aligned}$$

て、式 (48) を満たすようにwvを求める。

$$\begin{aligned} & \text{【0410】} \\ & \text{【数15】} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{【0412】} \\ & \text{【数16】} \end{aligned}$$

し法 (Gauss-Jordanの消去法) などを適用して、wyを算出する。上述したように、w0は水平方向の傾きmであり、w1は垂直方向の傾きqであり、w2は切片pであり、w3はsであり、w4はtであり、w5はuである。

【0414】 以上のように、画素値Mおよび画素値Bを設定した式に、最小自乗法を適用することにより、水平方向の傾きm、垂直方向の傾きq、切片p、s、t、およびuを求めることができる。

【0415】 式(35)乃至式(43)に対応する説明において、混合領域に含まれる画素の画素値をMとし、背景領域に含まれる画素の画素値をBとして説明したが、注目している画素が、カバードバックグラウンド領域に含まれる場合、またはアンカバードバックグラウンド領域に含まれる場合のそれぞれに対して、正規方程式を立てる必要がある。

$$\begin{aligned} Mc1 &= (-1) \cdot Bc1 \cdot m + (-1) \cdot Bc1 \cdot q + Bc1 \cdot p + (-1) \cdot s + (-1) \cdot t + u & (50) \\ Mc2 &= (0) \cdot Bc2 \cdot m + (-1) \cdot Bc2 \cdot q + Bc2 \cdot p + (0) \cdot s + (-1) \cdot t + u & (51) \\ Mc3 &= (+1) \cdot Bc3 \cdot m + (-1) \cdot Bc3 \cdot q + Bc3 \cdot p + (+1) \cdot s + (-1) \cdot t + u & (52) \\ Mc4 &= (-1) \cdot Bc4 \cdot m + (0) \cdot Bc4 \cdot q + Bc4 \cdot p + (-1) \cdot s + (0) \cdot t + u & (53) \\ Mc5 &= (0) \cdot Bc5 \cdot m + (0) \cdot Bc5 \cdot q + Bc5 \cdot p + (0) \cdot s + (0) \cdot t + u & (54) \\ Mc6 &= (+1) \cdot Bc6 \cdot m + (0) \cdot Bc6 \cdot q + Bc6 \cdot p + (+1) \cdot s + (0) \cdot t + u & (55) \\ Mc7 &= (-1) \cdot Bc7 \cdot m + (+1) \cdot Bc7 \cdot q + Bc7 \cdot p + (-1) \cdot s + (+1) \cdot t + u & (56) \\ Mc8 &= (0) \cdot Bc8 \cdot m + (+1) \cdot Bc8 \cdot q + Bc8 \cdot p + (0) \cdot s + (+1) \cdot t + u & (57) \\ Mc9 &= (+1) \cdot Bc9 \cdot m + (+1) \cdot Bc9 \cdot q + Bc9 \cdot p + (+1) \cdot s + (+1) \cdot t + u & (58) \end{aligned}$$

【0420】 フレーム#nのカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を算出するとき、式(50)乃至式(58)において、フレーム#nの画素に対応する、フレーム#n-1の画素の背景領域の画素の画素値Bc1乃至Bc9が使用される。

$$\begin{aligned} Mu1 &= (-1) \cdot Bu1 \cdot m + (-1) \cdot Bu1 \cdot q + Bu1 \cdot p + (-1) \cdot s + (-1) \cdot t + u & (59) \\ Mu2 &= (0) \cdot Bu2 \cdot m + (-1) \cdot Bu2 \cdot q + Bu2 \cdot p + (0) \cdot s + (-1) \cdot t + u & (60) \\ Mu3 &= (+1) \cdot Bu3 \cdot m + (-1) \cdot Bu3 \cdot q + Bu3 \cdot p + (+1) \cdot s + (-1) \cdot t + u & (61) \\ Mu4 &= (-1) \cdot Bu4 \cdot m + (0) \cdot Bu4 \cdot q + Bu4 \cdot p + (-1) \cdot s + (0) \cdot t + u & (62) \\ Mu5 &= (0) \cdot Bu5 \cdot m + (0) \cdot Bu5 \cdot q + Bu5 \cdot p + (0) \cdot s + (0) \cdot t + u & (63) \\ Mu6 &= (+1) \cdot Bu6 \cdot m + (0) \cdot Bu6 \cdot q + Bu6 \cdot p + (+1) \cdot s + (0) \cdot t + u & (64) \\ Mu7 &= (-1) \cdot Bu7 \cdot m + (+1) \cdot Bu7 \cdot q + Bu7 \cdot p + (-1) \cdot s + (+1) \cdot t + u & (65) \\ Mu8 &= (0) \cdot Bu8 \cdot m + (+1) \cdot Bu8 \cdot q + Bu8 \cdot p + (0) \cdot s + (+1) \cdot t + u & (66) \\ Mu9 &= (+1) \cdot Bu9 \cdot m + (+1) \cdot Bu9 \cdot q + Bu9 \cdot p + (+1) \cdot s + (+1) \cdot t + u & (67) \end{aligned}$$

【0423】 フレーム#nのアンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を算出するとき、式(59)乃至式(67)において、フレーム#nの画素に対応する、フレーム#n+1の画素の背景領域の画素の画素値Bu1乃至Bu9が使用される。

【0424】 図68は、推定混合比処理部401の構成を示すブロック図である。推定混合比処理部401に入力された画像は、遅延部501および足し込み部502に供給される。

【0425】 遅延回路221は、入力画像を1フレーム遅延させ、足し込み部502に供給する。足し込み部502に、入力画像としてフレーム#nが入力されていると

【0416】 例えば、図56に示す、フレーム#nのカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を求める場合、フレーム#nの画素のC04乃至C08、およびフレーム#n-1の画素の画素値P04乃至P08が、正規方程式に設定される。

【0417】 図57に示す、フレーム#nのアンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を求める場合、フレーム#nの画素のC28乃至C32、およびフレーム#n+1の画素の画素値N28乃至N32が、正規方程式に設定される。

【0418】 また、例えば、図67に示す、カバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を算出するとき、以下の式(50)乃至式(58)が立てられる。混合比 α を算出する画素の画素値は、Mc5である。

【0419】

【0421】 図67に示す、アンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を算出するとき、以下の式(59)乃至式(67)が立てられる。混合比 α を算出する画素の画素値は、Mu5である。

【0422】

き、遅延回路221は、フレーム#n-1を足し込み部502に供給する。

【0426】 足し込み部502は、混合比 α を算出する画素の近傍の画素の画素値、およびフレーム#n-1の画素値を、正規方程式に設定する。例えば、足し込み部502は、式(50)乃至式(58)に基づいて、正規方程式に画素値Mc1乃至Mc9および画素値Bc1乃至Bc9を設定する。足し込み部502は、画素値が設定された正規方程式を演算部503に供給する。

【0427】 演算部503は、足し込み部502から供給された正規方程式を掃き出し法などにより解いて推定混合比を求め、求められた推定混合比を出力する。

【0428】このように、推定混合比処理部401は、入力画像を基に、推定混合比を算出して、混合比決定部403に供給することができる。

【0429】なお、推定混合比処理部402は、推定混合比処理部401と同様の構成を有するので、その説明は省略する。

【0430】図69は、推定混合比処理部401により算出された推定混合比の例を示す図である。図69に示す推定混合比は、等速で動いているオブジェクトに対応する前景の動き v が11であり、 7×7 画素のブロックを単位として方程式を生成して算出された結果を、1ラインに対して示すものである。

【0431】推定混合比は、混合領域において、図68に示すように、ほぼ直線的に変化していることがわかる。

【0432】次に、図68に構成を示す推定混合比処理部401による、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理を図70のフローチャートを参照して説明する。

【0433】ステップS521において、足し込み部502は、入力された画像に含まれる画素値、および遅延回路221から供給される画像に含まれる画素値を、カバードバックグラウンド領域のモデルに対応する正規方程式に設定する。

【0434】ステップS522において、推定混合比処理部401は、対象となる画素についての設定が終了したか否かを判定し、対象となる画素についての設定が終了していないと判定された場合、ステップS521に戻り、正規方程式への画素値の設定の処理を繰り返す。

【0435】ステップS522において、対象となる画素についての画素値の設定が終了したと判定された場合、ステップS523に進み、演算部173は、画素値が設定された正規方程式を基に、推定混合比を演算して、求められた推定混合比を出力する。

【0436】このように、図68に構成を示す推定混合比処理部401は、入力画像を基に、推定混合比を演算することができる。

【0437】アンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理は、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する正規方程式を利用した、図70のフローチャートに示す処理と同様なので、その説明は省略する。

【0438】なお、背景に対応するオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景領域に対応する画像が動きを含んでも上述した混合比を求める処理を適用することができる。例えば、背景領域に対応する画像が一様に動いているとき、推定混合比処理部401は、この動きに対応して画像全体をシフトさせ、背景に対応するオブジェクトが静止している場合と同様に処理する。また、背景領域に対応する画像が局所毎に異なる動きを

含んでいるとき、推定混合比処理部401は、混合領域に属する画素に対応する画素として、動きに対応した画素を選択して、上述の処理を実行する。

【0439】このように、混合比算出部102は、領域特定部101から供給された領域情報、および入力画像を基に、各画素に対応する特徴量である混合比 α を算出することができる。

【0440】混合比 α を利用することにより、動いているオブジェクトに対応する画像に含まれる動きボケの情報を残したままで、画素値に含まれる前景の成分と背景の成分とを分離することが可能になる。

【0441】また、混合比 α に基づいて画像を合成すれば、実世界を実際に撮影し直したような動いているオブジェクトのスピードに合わせた正しい動きボケを含む画像を作ることが可能になる。

【0442】次に、前景背景分離部105について説明する。図71は、前景背景分離部105の構成の一例を示すブロック図である。前景背景分離部105に供給された入力画像は、分離部601、スイッチ602、およびスイッチ604に供給される。カバードバックグラウンド領域を示す情報、およびアンカバードバックグラウンド領域を示す、領域特定部103から供給された領域情報は、分離部601に供給される。前景領域を示す領域情報は、スイッチ602に供給される。背景領域を示す領域情報は、スイッチ604に供給される。

【0443】混合比算出部104から供給された混合比 α は、分離部601に供給される。

【0444】分離部601は、カバードバックグラウンド領域を示す領域情報、アンカバードバックグラウンド領域を示す領域情報、および混合比 α を基に、入力画像から前景の成分を分離して、分離した前景の成分を合成部603に供給するとともに、入力画像から背景の成分を分離して、分離した背景の成分を合成部605に供給する。

【0445】スイッチ602は、前景領域を示す領域情報を基に、前景に対応する画素が入力されたとき、閉じられ、入力画像に含まれる前景に対応する画素のみを合成部603に供給する。

【0446】スイッチ604は、背景領域を示す領域情報を基に、背景に対応する画素が入力されたとき、閉じられ、入力画像に含まれる背景に対応する画素のみを合成部605に供給する。

【0447】合成部603は、分離部601から供給された前景に対応する成分、スイッチ602から供給された前景に対応する画素を基に、前景成分画像を合成し、合成した前景成分画像を出力する。前景領域と混合領域とは重複しないので、合成部603は、例えば、前景に対応する成分と、前景に対応する画素とに論理和の演算を適用して、前景成分画像を合成する。

【0448】合成部603は、前景成分画像の合成の処

理の最初に実行される初期化の処理において、内蔵しているフレームメモリに全ての画素値が0である画像を格納し、前景成分画像の合成の処理において、前景成分画像を格納(上書き)する。従って、合成部603が出力する前景成分画像の内、背景領域に対応する画素には、画素値として0が格納されている。

【0449】合成部605は、分離部601から供給された背景に対応する成分、スイッチ604から供給された背景に対応する画素を基に、背景成分画像を合成して、合成した背景成分画像を出力する。背景領域と混合領域とは重複しないので、合成部605は、例えば、背景に対応する成分と、背景に対応する画素とに論理和の演算を適用して、背景成分画像を合成する。

【0450】合成部605は、背景成分画像の合成の処理の最初に実行される初期化の処理において、内蔵しているフレームメモリに全ての画素値が0である画像を格納し、背景成分画像の合成の処理において、背景成分画像を格納(上書き)する。従って、合成部605が出力する背景成分画像の内、前景領域に対応する画素には、画素値として0が格納されている。

【0451】図72は、前景背景分離部105に入力される入力画像、並びに前景背景分離部105から出力される前景成分画像および背景成分画像を示す図である。

【0452】図72(A)は、表示される画像の模式図であり、図72(B)は、図72(A)に対応する前景領域に属する画素、背景領域に属する画素、および混合領域に属する画素を含む1ラインの画素を時間方向に展開したモデル図を示す。

【0453】図72(A)および図72(B)に示すように、前景背景分離部105から出力される背景成分画像は、背景領域に属する画素、および混合領域の画素に含まれる背景の成分から構成される。

【0454】図72(A)および図72(B)に示すように、前景背景分離部105から出力される前景成分画像は、前景領域に属する画素、および混合領域の画素に含まれる前景の成分から構成される。

【0455】混合領域の画素の画素値は、前景背景分離部105により、背景の成分と、前景の成分とに分離される。分離された背景の成分は、背景領域に属する画素と共に、背景成分画像を構成する。分離された前景の成分は、前景領域に属する画素と共に、前景成分画像を構成する。

【0456】このように、前景成分画像は、背景領域に

$$\begin{aligned} C15 &= B15/v + F09/v + F08/v + F07/v \\ &= \alpha 15 \cdot B15 + F09/v + F08/v + F07/v \\ &= \alpha 15 \cdot P15 + F09/v + F08/v + F07/v \end{aligned}$$

ここで、 $\alpha 15$ は、フレーム#nの左から15番目の画素の混合比である。P15は、フレーム#n-1の左から15番目の画素の画素値である。

【0464】式(68)を基に、フレーム#nの左から1

対応する画素の画素値が0とされ、前景領域に対応する画素および混合領域に対応する画素に意味のある画素値が設定される。同様に、背景成分画像は、前景領域に対応する画素の画素値が0とされ、背景領域に対応する画素および混合領域に対応する画素に意味のある画素値が設定される。

【0457】次に、分離部601が実行する、混合領域に属する画素から前景の成分、および背景の成分を分離する処理について説明する。

【0458】図73は、図中の左から右に移動するオブジェクトに対応する前景を含む、2つのフレームの前景の成分および背景の成分を示す画像のモデルである。図73に示す画像のモデルにおいて、前景の動き量 v は4であり、仮想分割数は、4とされている。

【0459】フレーム#nにおいて、最も左の画素、および左から14番目乃至18番目の画素は、背景の成分のみから成り、背景領域に属する。フレーム#nにおいて、左から2番目乃至4番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、アンカバードバックグラウンド領域に属する。フレーム#nにおいて、左から11番目乃至13番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、カバードバックグラウンド領域に属する。フレーム#nにおいて、左から5番目乃至10番目の画素は、前景の成分のみから成り、前景領域に属する。

【0460】フレーム#n+1において、左から1番目乃至5番目の画素、および左から18番目の画素は、背景の成分のみから成り、背景領域に属する。フレーム#n+1において、左から6番目乃至8番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、アンカバードバックグラウンド領域に属する。フレーム#n+1において、左から15番目乃至17番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、カバードバックグラウンド領域に属する。フレーム#n+1において、左から9番目乃至14番目の画素は、前景の成分のみから成り、前景領域に属する。

【0461】図74は、カバードバックグラウンド領域に属する画素から前景の成分を分離する処理を説明する図である。図74において、 $\alpha 1$ 乃至 $\alpha 18$ は、フレーム#nにおける画素のそれぞれに対応する混合比である。図74において、左から15番目乃至17番目の画素は、カバードバックグラウンド領域に属する。

【0462】フレーム#nの左から15番目の画素の画素値C15は、式(68)で表される。

【0463】

$$(68)$$

5番目の画素の前景の成分の和 $f15$ は、式(69)で表される。

【0465】

$$f15 = F09/v + F08/v + F07/v \\ = C15 - \alpha 15 \cdot P15$$

【0466】同様に、フレーム#nの左から16番目の画素の前景の成分の和f16は、式(70)で表され、フレーム#nの左から17番目の画素の前景の成分の和f17は、式(71)で表される。

$$f16 = C16 - \alpha 16 \cdot P16 \quad (70) \\ f17 = C17 - \alpha 17 \cdot P17 \quad (71)$$

【0468】このように、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値Cに含まれる前景の成分fcは、式(72)で計算される。

$$f_c = C - \alpha \cdot P \quad (72) \\ C02 = B02/v + B02/v + B02/v + F01/v \\ = \alpha 2 \cdot B02 + F01/v \\ = \alpha 2 \cdot N02 + F01/v$$

ここで、 $\alpha 2$ は、フレーム#nの左から2番目の画素の混合比である。N02は、フレーム#n+1の左から2番目の画素の画素値である。

【0473】式(73)を基に、フレーム#nの左から2番目の画素の前景の成分の和f02は、式(74)で表される。

$$f02 = F01/v \\ = C02 - \alpha 2 \cdot N02$$

【0475】同様に、フレーム#nの左から3番目の画素の前景の成分の和f03は、式(75)で表され、フレーム#nの左から4番目の画素の前景の成分の和f04は、式(76)で表される。

$$f03 = C03 - \alpha 3 \cdot N03 \quad (75) \\ f04 = C04 - \alpha 4 \cdot N04 \quad (76)$$

【0477】このように、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値Cに含まれる前景の成分fuは、式(77)で計算される。

$$f_u = C - \alpha \cdot N \quad (77)$$

Nは、1つ後のフレームの、対応する画素の画素値である。

【0479】このように、分離部601は、領域情報に含まれる、カバードバックグラウンド領域を示す情報、およびアンカバードバックグラウンド領域を示す情報、並びに画素毎の混合比 α を基に、混合領域に属する画素から前景の成分、および背景の成分を分離することができる。

【0480】図76は、以上で説明した処理を実行する分離部601の構成の一例を示すブロック図である。分離部601に入力された画像は、フレームメモリ621に供給され、混合比算出部104から供給されたカバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域を示す領域情報、並びに混合比 α は、分離処理ブロック622に入力される。

【0481】フレームメモリ621は、入力された画像をフレーム単位で記憶する。フレームメモリ621は、

(69)

Pは、1つ前のフレームの、対応する画素の画素値である。

【0470】図75は、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素から前景の成分を分離する処理を説明する図である。図75において、 $\alpha 1$ 乃至 $\alpha 18$ は、フレーム#nにおける画素のそれぞれに対応する混合比である。図75において、左から2番目乃至4番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域に属する。

【0471】フレーム#nの左から2番目の画素の画素値C02は、式(73)で表される。

【0472】

(73)

番目の画素の前景の成分の和f02は、式(74)で表される。

20 【0474】

(74)

(76)で表される。

【0476】

(75)

(76)

処理の対象がフレーム#nであるとき、フレーム#nの1つ前のフレームであるフレーム#n-1、フレーム#n、およびフレーム#nの1つ後のフレームであるフレーム#n+1を記憶する。

【0482】フレームメモリ621は、フレーム#n-1、フレーム#n、およびフレーム#n+1の対応する画素を分離処理ブロック622に供給する。

【0483】分離処理ブロック622は、カバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域を示す領域情報、並びに混合比 α を基に、フレームメモリ621から供給されたフレーム#n-1、フレーム#n、およびフレーム#n+1の対応する画素の画素値に図74および図75を参照して説明した演算を適用して、フレーム#nの混合領域に属する画素から前景の成分および背景の成分を分離して、フレームメモリ623に供給する。

【0484】分離処理ブロック622は、アンカバード領域処理部631、カバード領域処理部632、合成部633、および合成部634で構成されている。

【0485】アンカバード領域処理部631の乗算器641は、混合比 α を、フレームメモリ621から供給されたフレーム#n+1の画素の画素値に乗じて、スイッチ6

50

42に出力する。スイッチ642は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素（フレーム#n+1の画素に対応する）がアンカバードバックグラウンド領域であるとき、閉じられ、乗算器641から供給された混合比 α を乗じた画素値を演算器643および合成部634に供給する。スイッチ642から出力されるフレーム#n+1の画素の画素値に混合比 α を乗じた値は、フレーム#nの対応する画素の画素値の背景の成分に等しい。

【0486】演算器643は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素の画素値から、スイッチ642から供給された背景の成分を減じて、前景の成分を求める。演算器643は、アンカバードバックグラウンド領域に属する、フレーム#nの画素の前景の成分を合成部633に供給する。

【0487】カバード領域処理部632の乗算器651は、混合比 α を、フレームメモリ621から供給されたフレーム#n-1の画素の画素値に乘じて、スイッチ652に出力する。スイッチ652は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素（フレーム#n-1の画素に対応する）がカバードバックグラウンド領域であるとき、閉じられ、乗算器651から供給された混合比 α を乗じた画素値を演算器653および合成部634に供給する。スイッチ652から出力されるフレーム#n-1の画素の画素値に混合比 α を乗じた値は、フレーム#nの対応する画素の画素値の背景の成分に等しい。

【0488】演算器653は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素の画素値から、スイッチ652から供給された背景の成分を減じて、前景の成分を求める。演算器653は、カバードバックグラウンド領域に属する、フレーム#nの画素の前景の成分を合成部633に供給する。

【0489】合成部633は、フレーム#nの、演算器643から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分、および演算器653から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分を合成して、フレームメモリ623に供給する。

【0490】合成部634は、フレーム#nの、スイッチ642から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分、およびスイッチ652から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分を合成して、フレームメモリ623に供給する。

【0491】フレームメモリ623は、分離処理ブロック622から供給された、フレーム#nの混合領域の画素の前景の成分と、背景の成分とをそれぞれに記憶する。

【0492】フレームメモリ623は、記憶しているフレーム#nの混合領域の画素の前景の成分、および記憶しているフレーム#nの混合領域の画素の背景の成分を出力する。

【0493】特徴量である混合比 α を利用することにより、画素値に含まれる前景の成分と背景の成分とを完全に分離することが可能になる。

【0494】合成部603は、分離部601から出力された、フレーム#nの混合領域の画素の前景の成分と、前景領域に属する画素とを合成して前景成分画像を生成する。合成部605は、分離部601から出力された、フレーム#nの混合領域の画素の背景の成分と、背景領域に属する画素とを合成して背景成分画像を生成する。

【0495】図77は、図73のフレーム#nに対応する、前景成分画像の例と、背景成分画像の例を示す図である。

【0496】図77（A）は、図73のフレーム#nに対応する、前景成分画像の例を示す。最も左の画素、および左から14番目の画素は、前景と背景が分離される前において、背景の成分のみから成っていたので、画素値が0とされる。

【0497】左から2番目乃至4番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、アンカバードバックグラウンド領域に属し、背景の成分が0とされ、前景の成分がそのまま残されている。左から11番目乃至13番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、カバードバックグラウンド領域に属し、背景の成分が0とされ、前景の成分がそのまま残されている。左から5番目乃至10番目の画素は、前景の成分のみから成るので、そのまま残される。

【0498】図77（B）は、図73のフレーム#nに対応する、背景成分画像の例を示す。最も左の画素、および左から14番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、背景の成分のみから成っていたので、そのまま残される。

【0499】左から2番目乃至4番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、アンカバードバックグラウンド領域に属し、前景の成分が0とされ、背景の成分がそのまま残されている。左から11番目乃至13番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、カバードバックグラウンド領域に属し、前景の成分が0とされ、背景の成分がそのまま残されている。左から5番目乃至10番目の画素は、前景と背景とが分離される前において、前景の成分のみから成っていたので、画素値が0とされる。

【0500】次に、図78に示すフローチャートを参照して、前景背景分離部105による前景と背景との分離の処理を説明する。ステップS601において、分離部601のフレームメモリ621は、入力画像を取得し、前景と背景との分離の対象となるフレーム#nを、その前のフレーム#n-1およびその後のフレーム#n+1と共に記憶する。

【0501】ステップS602において、分離部601の分離処理ブロック622は、混合比算出部104から

供給された領域情報を取得する。ステップS603において、分離部601の分離処理ブロック622は、混合比算出部104から供給された混合比 α を取得する。

【0502】ステップS604において、アンカバード領域処理部631は、領域情報および混合比 α を基に、フレームメモリ621から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、背景の成分を抽出する。

【0503】ステップS605において、アンカバード領域処理部631は、領域情報および混合比 α を基に、フレームメモリ621から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、前景の成分を抽出する。

【0504】ステップS606において、カバード領域処理部632は、領域情報および混合比 α を基に、フレームメモリ621から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、背景の成分を抽出する。

【0505】ステップS607において、カバード領域処理部632は、領域情報および混合比 α を基に、フレームメモリ621から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、前景の成分を抽出する。

【0506】ステップS608において、合成部633は、ステップS605の処理で抽出されたアンカバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分と、ステップS607の処理で抽出されたカバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分とを合成する。合成された前景の成分は、合成部603に供給される。更に、合成部603は、スイッチ602を介して供給された前景領域に属する画素と、分離部601から供給された前景の成分とを合成して、前景成分画像を生成する。

【0507】ステップS609において、合成部634は、ステップS604の処理で抽出されたアンカバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分と、ステップS606の処理で抽出されたカバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分とを合成する。合成された背景の成分は、合成部605に供給される。更に、合成部605は、スイッチ604を介して供給された背景領域に属する画素と、分離部601から供給された背景の成分とを合成して、背景成分画像を生成する。

【0508】ステップS610において、合成部603は、前景成分画像を出力する。ステップS611において、合成部605は、背景成分画像を出力し、処理は終了する。

【0509】このように、前景背景分離部105は、領域情報および混合比 α を基に、入力画像から前景の成分と、背景の成分とを分離し、前景の成分のみから成る前景成分画像、および背景の成分のみから成る背景成分画像を出力することができる。

【0510】次に、前景成分画像の動きボケの量の調整について説明する。

【0511】図79は、動きボケ調整部106の構成の一例を示すブロック図である。動き検出部102から供給された動きベクトルとその位置情報は、処理単位決定部801、モデル化部802、および演算部805に供給される。領域特定部103から供給された領域情報は、処理単位決定部801に供給される。前景背景分離部105から供給された前景成分画像は、足し込み部804に供給される。

【0512】処理単位決定部801は、動きベクトルとその位置情報、および領域情報を基に、処理単位を生成し、生成した処理単位をモデル化部802および足し込み部804に供給する。

【0513】処理単位決定部801が生成する処理単位は、図80に例を示すように、前景成分画像のカバードバックグラウンド領域に対応する画素から始まり、アンカバードバックグラウンド領域に対応する画素までの動き方向に並ぶ連続する画素、またはアンカバードバックグラウンド領域に対応する画素から始まり、カバードバックグラウンド領域に対応する画素までの動き方向に並ぶ連続する画素を示す。処理単位は、例えば、左上点（処理単位で指定される画素であって、画像上で最も左または最も上に位置する画素の位置）および右下点の2つのデータから成る。

【0514】モデル化部802は、動きベクトルおよび入力された処理単位を基に、モデル化を実行する。より具体的には、例えば、モデル化部802は、処理単位に含まれる画素の数、画素値の時間方向の仮想分割数、および画素毎の前景の成分の数に対応する複数のモデルを予め記憶しておき、処理単位、および画素値の時間方向の仮想分割数を基に、図81に示すような、画素値と前景の成分との対応を指定するモデルを選択する。

【0515】例えば、処理単位に対応する画素の数が12でありシャッタ時間内の動き量 v が5であるときにおいては、モデル化部802は、仮想分割数を5とし、最も左に位置する画素が1つの前景の成分を含み、左から2番目の画素が2つの前景の成分を含み、左から3番目の画素が3つの前景の成分を含み、左から4番目の画素が4つの前景の成分を含み、左から5番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から6番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から7番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から8番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から9番目の画素が4つの前景の成分を含み、左から10番目の画素が3つの前景の成分を含み、左から11番目の画素が2つの前景の成分を含み、左から12番目の画素が1つの前景の成分を含み、全体として8つの前景の成分から成るモデルを選択する。

【0516】なお、モデル化部802は、予め記憶してあるモデルから選択するのではなく、動きベクトル、お

よび処理単位が供給されたとき、動きベクトル、および処理単位を基に、モデルを生成するようにしてもよい。

【0517】モデル化部802は、選択したモデルを方程式生成部803に供給する。

【0518】方程式生成部803は、モデル化部802から供給されたモデルを基に、方程式を生成する。図81に示す前景成分画像のモデルを参照して、前景の成分の数が8であり、処理単位に対応する画素の数が12で

$$\begin{aligned} C01 &= F01/v & (78) \\ C02 &= F02/v + F01/v & (79) \\ C03 &= F03/v + F02/v + F01/v & (80) \\ C04 &= F04/v + F03/v + F02/v + F01/v & (81) \\ C05 &= F05/v + F04/v + F03/v + F02/v + F01/v & (82) \\ C06 &= F06/v + F05/v + F04/v + F03/v + F02/v & (83) \\ C07 &= F07/v + F06/v + F05/v + F04/v + F03/v & (84) \\ C08 &= F08/v + F07/v + F06/v + F05/v + F04/v & (85) \\ C09 &= F08/v + F07/v + F06/v + F05/v & (86) \\ C10 &= F08/v + F07/v + F06/v & (87) \\ C11 &= F08/v + F07/v & (88) \\ C12 &= F08/v & (89) \end{aligned}$$

【0521】方程式生成部803は、生成した方程式を する方程式を、式(90)乃至式(101)に示す。
変形して方程式を生成する。方程式生成部803が生成 【0522】

$$\begin{aligned} C01 &= 1 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\ &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v & (90) \\ C02 &= 1 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\ &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v & (91) \\ C03 &= 1 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 1 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\ &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v & (92) \\ C04 &= 1 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 1 \cdot F03/v + 1 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\ &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v & (93) \\ C05 &= 1 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 1 \cdot F03/v + 1 \cdot F04/v + 1 \cdot F05/v \\ &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v & (94) \\ C06 &= 0 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 1 \cdot F03/v + 1 \cdot F04/v + 1 \cdot F05/v \\ &\quad + 1 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v & (95) \\ C07 &= 0 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 1 \cdot F03/v + 1 \cdot F04/v + 1 \cdot F05/v \\ &\quad + 1 \cdot F06/v + 1 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v & (96) \\ C08 &= 0 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 1 \cdot F04/v + 1 \cdot F05/v \\ &\quad + 1 \cdot F06/v + 1 \cdot F07/v + 1 \cdot F08/v & (97) \\ C09 &= 0 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 1 \cdot F05/v \\ &\quad + 1 \cdot F06/v + 1 \cdot F07/v + 1 \cdot F08/v & (98) \\ C10 &= 0 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\ &\quad + 1 \cdot F06/v + 1 \cdot F07/v + 1 \cdot F08/v & (99) \\ C11 &= 0 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\ &\quad + 0 \cdot F06/v + 1 \cdot F07/v + 1 \cdot F08/v & (100) \\ C12 &= 0 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\ &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 1 \cdot F08/v & (101) \end{aligned}$$

【0523】式(90)乃至式(101)は、式(102)として表すこともできる。

$$C_j = \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i1}v \quad (102)$$

あり、動き量vが5であり、仮想分割数が5であるときの、方程式生成部803が生成する方程式について説明する。

【0519】前景成分画像に含まれるシャッタ時間vに対応する前景成分がF01/v乃至F08/vであるとき、F01/v乃至F08/vと画素値C01乃至C12との関係は、式(78)乃至式(89)で表される。

【0520】

【0522】

【0524】
【数17】

式(102)において、 j は、画素の位置を示す。この例において、 j は、1乃至12のいずれか1つの値を有する。また、 i は、前景値の位置を示す。この例において、 i は、1乃至8のいずれか1つの値を有する。 a_{ij} は、 i および j の値に対応して、0または1の値を有す

$$C_j = \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i/v} + e_j \quad (103)$$

式(103)において、 e_j は、注目画素 C_j に含まれる誤差である。

【0527】式(103)は、式(104)に書き換え 10

$$e_j = C_j - \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i/v} \quad (104)$$

【0529】ここで、最小自乗法を適用するため、誤差の自乗和 E を式(105)に示すように定義する。

$$E = \sum_{j=01}^N e_j^2 \quad (105)$$

【0531】誤差が最小になるためには、誤差の自乗和 E に対する、変数 F_k による偏微分の値が0になればよい。式(106)を満たすように F_k を求める。

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial F_k} &= 2 \cdot \sum_{j=01}^N e_j \cdot \frac{\partial e_j}{\partial F_k} \\ &= 2 \cdot \sum_{j=01}^N \left\{ (C_j - \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i/v}) \cdot (-a_{kj/v}) \right\} = 0 \end{aligned} \quad (106)$$

【0533】式(106)において、動き量 v は固定値であるから、式(107)を導くことができる。

$$\sum_{i=01}^N a_{kj} \cdot (C_j - \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_{i/v}) = 0 \quad (107)$$

【0535】式(107)を展開して、移項すると、式(108)を得る。

$$\sum_{i=01}^N (a_{kj} \cdot \sum_{i=01}^{08} a_{ij} \cdot F_i) = v \cdot \sum_{j=01}^N a_{kj} \cdot C_j \quad (108)$$

【0537】式(108)の k に1乃至8の整数のいずれか1つを代入して得られる8つの式に展開する。得られた8つの式を、行列により1つの式により表すことができる。この式を正規方程式と呼ぶ。

【0538】このような最小自乗法に基づく、方程式生

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F01 \\ F02 \\ F03 \\ F04 \\ F05 \\ F06 \\ F07 \\ F08 \end{bmatrix} = v \cdot \begin{bmatrix} \sum_{i=01}^8 C_i \\ \sum_{i=01}^8 C_i \\ \sum_{i=01}^8 C_i \\ \sum_{i=01}^8 C_i \\ \sum_{i=01}^8 C_i \\ \sum_{i=01}^8 C_i \\ \sum_{i=01}^8 C_i \\ \sum_{i=01}^8 C_i \end{bmatrix} \quad (109)$$

【0540】式(109)を $A \cdot F = v \cdot C$ と表すと、 C, A, v が既知であり、 F は未知である。また、 A, v は、モデル化の

る。

【0525】誤差を考慮して表現すると、式(102)は、式(103)のように表すことができる。

【0526】
【数18】

ることができる。

【0528】
【数19】

【0530】
【数20】

【0532】
【数21】

【0534】
【数22】

【0536】
【数23】

成部803が生成する正規方程式の例を式(109)に示す。

【0539】
【数24】

時点で既知だが、 C は、足し込み動作において画素値を入力することで既知となる。

【0541】最小自乗法に基づく正規方程式により前景成分を算出することにより、画素Cに含まれている誤差を分散させることができる。

【0542】方程式生成部803は、このように生成された正規方程式を足し込み部804に供給する。

【0543】足し込み部804は、処理単位決定部801から供給された処理単位を基に、前景成分画像に含まれる画素値Cを、方程式生成部803から供給された行列の式に設定する。足し込み部804は、画素値Cを設定した行列を演算部805に供給する。

【0544】演算部805は、掃き出し法 (Gauss-Jordanの消去法) などの解法に基づく処理により、動きボケが除去された前景成分Fi/vを算出して、動きボケが除去された前景の画素値である、0乃至8の整数のいずれかのiに対応するFiを算出して、図82に例を示す、動きボケが除去された画素値であるFiから成る、動きボケが除去された前景成分画像を動きボケ付加部806および選択部807に出力する。

【0545】なお、図82に示す動きボケが除去された前景成分画像において、C03乃至C10のそれぞれにF01乃至F08のそれぞれが設定されているのは、画面に対する前景成分画像の位置を変化させないためであり、任意の位置に対応させることができる。

【0546】動きボケ付加部806は、動き量vとは異なる値の動きボケ調整量v'、例えば、動き量vの半分の値の動きボケ調整量v'や、動き量vと無関係の値の動きボケ調整量v'を与えることで、動きボケの量を調整する

$$\begin{bmatrix} 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 3 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 4 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 3 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F01 \\ F02 \\ F03 \\ F04 \\ F05 \end{bmatrix} = v \cdot \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^8 C_i \\ \sum_{i=0}^8 C_i \\ \sum_{i=0}^8 C_i \\ \sum_{i=0}^8 C_i \\ \sum_{i=0}^8 C_i \end{bmatrix} \quad (110)$$

【0552】動きボケ調整部106は、このように処理単位の長さに対応した数の式を立てて、動きボケの量が調整された画素値であるFiを算出する。同様に、例えば、処理単位に含まれる画素の数が100あるとき、100個の画素に対応する式を生成して、Fiを算出する。

【0553】図85は、動きボケ調整部106の他の構成を示す図である。図79に示す場合と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0554】選択部821は、選択信号を基に、入力された動きベクトルとその位置信号をそのまま処理単位決定部801およびモデル化部802に供給するか、または動きベクトルの大きさを動きボケ調整量v'に置き換えて、その大きさが動きボケ調整量v'に置き換えられた動きベクトルとその位置信号を処理単位決定部801およびモデル化部802に供給する。

【0555】このようにすることで、図85の動きボケ

ことができる。例えば、図83に示すように、動きボケ付加部806は、動きボケが除去された前景の画素値Fiを動きボケ調整量v'で除することにより、前景成分Fi/v'を算出して、前景成分Fi/v'の和を算出して、動きボケの量が調整された画素値を生成する。例えば、動きボケ調整量v'が3のとき、画素値C02は、(F01)/v'とされ、画素値C03は、(F01+F02)/v'とされ、画素値C04は、(F01+F02+F03)/v'とされ、画素値C05は、(F02+F03+F04)/v'とされる。

10 【0547】動きボケ付加部806は、動きボケの量を調整した前景成分画像を選択部807に供給する。

【0548】選択部807は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、演算部805から供給された動きボケが除去された前景成分画像、および動きボケ付加部806から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

20 【0549】このように、動きボケ調整部106は、選択信号および動きボケ調整量v'を基に、動きボケの量を調整することができる。

【0550】また、例えば、図84に示すように、処理単位に対応する画素の数が8であり、動き量vが4であるとき、動きボケ調整部106は、式(110)に示す行列の式を生成する。

【0551】

【数25】

調整部106の処理単位決定部801乃至演算部805は、動き量vと動きボケ調整量v'との値に対応して、動きボケの量を調整することができる。例えば、動き量vが5であり、動きボケ調整量v'が3であるとき、図85の動きボケ調整部106の処理単位決定部801乃至演算部805は、図81に示す動き量vが5である前景成分画像に対して、3である動きボケ調整量v'に対応する図83に示すようなモデルに従って、演算を実行し、(動き量v)/(動きボケ調整量v')=5/3、すなわちほぼ1.7の動き量vに応じた動きボケを含む画像を算出する。なお、この場合、算出される画像は、3である動き量vに対応した動きボケを含むのではないので、動きボケ付加部806の結果とは動き量vと動きボケ調整量v'の関係の意味合いが異なる点に注意が必要である。

【0556】以上のように、動きボケ調整部106は、動き量vおよび処理単位に対応して、式を生成し、生成

した式に前景成分画像の画素値を設定して、動きボケの量が調整された前景成分画像を算出する。

【0557】次に、図86のフローチャートを参照して、動きボケ調整部106による前景成分画像に含まれる動きボケの量の調整の処理を説明する。

【0558】ステップS801において、動きボケ調整部106の処理単位決定部801は、動きベクトルおよび領域情報を基に、処理単位を生成し、生成した処理単位をモデル化部802に供給する。

【0559】ステップS802において、動きボケ調整部106のモデル化部802は、動き量 v および処理単位に対応して、モデルの選択や生成を行う。ステップS803において、方程式生成部803は、選択されたモデルを基に、正規方程式を作成する。

【0560】ステップS804において、足し込み部804は、作成された正規方程式に前景成分画像の画素値を設定する。ステップS805において、足し込み部804は、処理単位に対応する全ての画素の画素値の設定を行ったか否かを判定し、処理単位に対応する全ての画素の画素値の設定を行っていないと判定された場合、ステップS804に戻り、正規方程式への画素値の設定の処理を繰り返す。

【0561】ステップS805において、処理単位の全ての画素の画素値の設定を行ったと判定された場合、ステップS806に進み、演算部805は、足し込み部804から供給された画素値が設定された正規方程式を基に、動きボケの量を調整した前景の画素値を算出して、処理は終了する。

【0562】このように、動きボケ調整部106は、動きベクトルおよび領域情報を基に、動きボケを含む前景画像から動きボケの量を調整することができる。

【0563】すなわち、サンプルデータである画素値に含まれる動きボケの量を調整することができる。

【0564】図87は、動きボケ調整部106の構成の他の一例を示すブロック図である。動き検出部102から供給された動きベクトルとその位置情報は、処理単位決定部901および補正部905に供給され、領域特定部103から供給された領域情報は、処理単位決定部901に供給される。前景背景分離部105から供給された前景成分画像は、演算部904に供給される。

【0565】処理単位決定部901は、動きベクトルとその位置情報、および領域情報を基に、処理単位を生成し、動きベクトルと共に、生成した処理単位をモデル化部902に供給する。

$$F08/v=C12$$

$$F07/v=C11-C12$$

【0574】同様に、画素値 $C10$ 乃至 $C01$ に含まれる前景の成分を考慮すると、前景の成分 $F06/v$ 乃至 $F01/v$ は、式(113)乃至式(118)により求めることができ

$$F06/v=C10-C11$$

【0566】モデル化部902は、動きベクトルおよび入力された処理単位を基に、モデル化を実行する。より具体的には、例えば、モデル化部902は、処理単位に含まれる画素の数、画素値の時間方向の仮想分割数、および画素毎の前景の成分の数に対応する複数のモデルを予め記憶しておき、処理単位、および画素値の時間方向の仮想分割数を基に、図88に示すような、画素値と前景の成分との対応を指定するモデルを選択する。

【0567】例えば、処理単位に対応する画素の数が12であり動き量 v が5であるときにおいては、モデル化部902は、仮想分割数を5とし、最も左に位置する画素が1つの前景の成分を含み、左から2番目の画素が2つの前景の成分を含み、左から3番目の画素が3つの前景の成分を含み、左から4番目の画素が4つの前景の成分を含み、左から5番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から6番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から7番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から8番目の画素が5つの前景の成分を含み、左から9番目の画素が4つの前景の成分を含み、左から10番目の画素が3つの前景の成分を含み、左から11番目の画素が2つの前景の成分を含み、左から12番目の画素が1つの前景の成分を含み、全体として8つの前景の成分から成るモデルを選択する。

【0568】なお、モデル化部902は、予め記憶してあるモデルから選択するのではなく、動きベクトル、および処理単位が供給されたとき、動きベクトル、および処理単位を基に、モデルを生成するようにしてもよい。

【0569】方程式生成部903は、モデル化部902から供給されたモデルを基に、方程式を生成する。

【0570】図88乃至図90に示す前景成分画像のモデルを参照して、前景の成分の数が8であり、処理単位に対応する画素の数が12であり、動き量 v が5であるときの、方程式生成部903が生成する方程式の例について説明する。

【0571】前景成分画像に含まれるシャッタ時間 v に対応する前景成分が $F01/v$ 乃至 $F08/v$ であるとき、 $F01/v$ 乃至 $F08/v$ と画素値 $C01$ 乃至 $C12$ との関係は、上述したように、式(78)乃至式(89)で表される。

【0572】画素値 $C12$ および $C11$ に注目すると、画素値 $C12$ は、式(111)に示すように、前景の成分 $F08/v$ のみを含み、画素値 $C11$ は、前景の成分 $F08/v$ および前景の成分 $F07/v$ の積和から成る。従って、前景の成分 $F07/v$ は、式(112)で求めることができる。

【0573】

$$(111)$$

$$(112)$$

る。

【0575】

$$(113)$$

77

F05/v=C09-C10

F04/v=C08-C09

F03/v=C07-C08+C12

F02/v=C06-C07+C11-C12

F01/v=C05-C06+C10-C11

【0576】方程式生成部903は、式(111)乃至式(118)に例を示す、画素値の差により前景の成分を算出するための方程式を生成する。方程式生成部903は、生成した方程式を演算部904に供給する。

【0577】演算部904は、方程式生成部903から供給された方程式に前景成分画像の画素値を設定して、画素値を設定した方程式を基に、前景の成分を算出する。演算部904は、例えば、式(111)乃至式(118)が方程式生成部903から供給されたとき、式(111)乃至式(118)に画素値C05乃至C12を設定する。

【0578】演算部904は、画素値が設定された式に基づき、前景の成分を算出する。例えば、演算部904は、画素値C05乃至C12が設定された式(111)乃至式(118)に基づく演算により、図89に示すように、前景の成分F01/v乃至F08/vを算出する。演算部904は、前景の成分F01/v乃至F08/vを補正部905に供給する。

【0579】補正部905は、演算部904から供給された前景の成分に、処理単位決定部901から供給された動きベクトルに含まれる動き量vを乗じて、動きボケを除去した前景の画素値を算出する。例えば、補正部905は、演算部904から供給された前景の成分F01/v乃至F08/vが供給されたとき、前景の成分F01/v乃至F08/vのそれぞれに、5である動き量vを乗じることにより、図90に示すように、動きボケを除去した前景の画素値F01乃至F08を算出する。

【0580】補正部905は、以上のように算出された、動きボケを除去した前景の画素値から成る前景成分画像を動きボケ付加部906および選択部907に供給する。

【0581】動きボケ付加部906は、動き量vとは異なる値の動きボケ調整量v'、例えば、動き量vの半分の値の動きボケ調整量v'、動き量vと無関係の値の動きボケ調整量v'で、動きボケの量を調整することができる。例えば、図83に示すように、動きボケ付加部906は、動きボケが除去された前景の画素値Fiを動きボケ調整量v'で除すことにより、前景成分Fi/v'を算出して、前景成分Fi/v'の和を算出して、動きボケの量が調整された画素値を生成する。例えば、動きボケ調整量v'が3のとき、画素値C02は、(F01)/v'とされ、画素値C03は、(F01+F02)/v'とされ、画素値C04は、(F01+F02+F03)/v'とされ、画素値C05は、(F02+F03+F04)/v'とされる。

【0582】動きボケ付加部906は、動きボケの量を

78

(114)

(115)

(116)

(117)

(118)

調整した前景成分画像を選択部907に供給する。

【0583】選択部907は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、補正部905から供給された動きボケが除去された前景成分画像、および動きボケ付加部906から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

【0584】このように、動きボケ調整部106は、選択信号および動きボケ調整量v'を基に、動きボケの量を調整することができる。

【0585】次に、図87に構成を示す動きボケ調整部106による前景の動きボケの量の調整の処理を図91のフローチャートを参照して説明する。

【0586】ステップS901において、動きボケ調整部106の処理単位決定部901は、動きベクトルおよび領域情報を基に、処理単位を生成し、生成した処理単位をモデル化部902および補正部905に供給する。

【0587】ステップS902において、動きボケ調整部106のモデル化部902は、動き量vおよび処理単位に対応して、モデルの選択や生成を行う。ステップS903において、方程式生成部903は、選択または生成されたモデルを基に、前景成分画像の画素値の差により前景の成分を算出するための方程式を生成する。

【0588】ステップS904において、演算部904は、作成された方程式に前景成分画像の画素値を設定し、画素値が設定された方程式を基に、画素値の差分から前景の成分を抽出する。ステップS905において、演算部904は、処理単位に対応する全ての前景の成分を抽出したか否かを判定し、処理単位に対応する全ての前景の成分を抽出していないと判定された場合、ステップS904に戻り、前景の成分を抽出の処理を繰り返す。

【0589】ステップS905において、処理単位に対応する全ての前景の成分を抽出したと判定された場合、ステップS906に進み、補正部905は、動き量vを基に、演算部904から供給された前景の成分F01/v乃至F08/vのそれぞれを補正して、動きボケを除去した前景の画素値F01乃至F08を算出する。

【0590】ステップS907において、動きボケ付加部906は、動きボケの量を調整した前景の画素値を算出して、選択部907は、動きボケが除去された画像または動きボケの量が調整された画像のいずれかを選択して、選択した画像を出力して、処理は終了する。

【0591】このように、図87に構成を示す動きボケ調整部106は、より簡単な演算で、より迅速に、動き

ボケを含む前景画像から動きボケを調整することができる。

【0592】ウィナー・フィルタなど従来の動きボケを部分的に除去する手法が、理想状態では効果が認められるが、量子化され、ノイズを含んだ実際の画像に対して十分な効果が得られないのに対し、図87に構成を示す動きボケ調整部106においても、量子化され、ノイズを含んだ実際の画像に対しても十分な効果が認められ、精度の良い動きボケの除去が可能となる。

【0593】以上のように、図9に構成を示す分離部91は、入力画像に含まれる動きボケの量を調整することができる。

【0594】図92は、分離部91の機能の他の構成を示すブロック図である。

【0595】図9に示す部分と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は適宜省略する。

【0596】領域特定部103は、領域情報を混合比算出部104および合成部1001に供給する。

【0597】混合比算出部104は、混合比 α を前景背景分離部105および合成部1001に供給する。

【0598】前景背景分離部105は、前景成分画像を合成部1001に供給する。

【0599】合成部1001は、混合比算出部104から供給された混合比 α 、領域特定部103から供給された領域情報を基に、任意の背景画像と、前景背景分離部105から供給された前景成分画像とを合成して、任意の背景画像と前景成分画像とが合成された合成画像を出力する。

【0600】図93は、合成部1001の構成を示す図である。背景成分生成部1021は、混合比 α および任意の背景画像を基に、背景成分画像を生成して、混合領域画像合成部1022に供給する。

【0601】混合領域画像合成部1022は、背景成分生成部1021から供給された背景成分画像と前景成分画像とを合成することにより、混合領域合成画像を生成して、生成した混合領域合成画像を画像合成部1023に供給する。

【0602】画像合成部1023は、領域情報を基に、前景成分画像、混合領域画像合成部1022から供給された混合領域合成画像、および任意の背景画像を合成して、合成画像を生成して出力する。

【0603】このように、合成部1001は、前景成分画像を、任意の背景画像に合成することができる。

【0604】特徴量である混合比 α を基に前景成分画像を任意の背景画像と合成して得られた画像は、単に画素を合成した画像に比較し、より自然なものと成る。

【0605】図94は、動きボケの量を調整する分離部91の機能の更に他の構成を示すブロック図である。図9に示す分離部91が領域特定と混合比 α の算出を順番に行うのに対して、図94に示す分離部91は、領域特

定と混合比 α の算出を並行して行う。

【0606】図9のブロック図に示す機能と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0607】入力画像は、混合比算出部1101、前景背景分離部1102、領域特定部103、およびオブジェクト抽出部101に供給される。

【0608】混合比算出部1101は、入力画像を基に、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を、入力画像に含まれる画素のそれぞれに対して算出し、算出した画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を前景背景分離部1102に供給する。

【0609】図95は、混合比算出部1101の構成の一例を示すブロック図である。

【0610】図95に示す推定混合比処理部401は、図54に示す推定混合比処理部401と同じである。図95に示す推定混合比処理部402は、図54に示す推定混合比処理部402と同じである。

【0611】推定混合比処理部401は、入力画像を基に、カバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を出力する。

【0612】推定混合比処理部402は、入力画像を基に、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を出力する。

【0613】前景背景分離部1102は、混合比算出部1101から供給された、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、並びに領域特定部103から供給された領域情報を基に、入力画像から前景成分画像を生成し、生成した前景成分画像を動きボケ調整部106および選択部107に供給する。

【0614】図96は、前景背景分離部1102の構成の一例を示すブロック図である。

【0615】図71に示す前景背景分離部105と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0616】選択部1121は、領域特定部103から供給された領域情報を基に、混合比算出部1101から供給された、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比のいずれか一方を選択して、選択した推定混合比を混合比 α として分離部601に供給

する。

【0617】分離部601は、選択部1121から供給された混合比 α および領域情報を基に、混合領域に属する画素の画素値から前景の成分および背景の成分を抽出し、抽出した前景の成分を合成部603に供給すると共に、背景の成分を合成部605に供給する。

【0618】分離部601は、図76に示す構成と同じ構成とすることができる。

【0619】合成部603は、前景成分画像を合成して、出力する。合成部605は、背景成分画像を合成して出力する。

【0620】図94に示す動きボケ調整部106は、図9に示す場合と同様の構成とすることができ、領域情報および動きベクトルを基に、前景背景分離部1102から供給された前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量が調整された前景成分画像を出力する。

【0621】図94に示す選択部107は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、前景背景分離部1102から供給された前景成分画像、および動きボケ調整部106から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

【0622】このように、図94に構成を示す分離部91は、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像に対して、その画像に含まれる動きボケの量を調整して出力することができる。図94に構成を示す分離部91は、第1の実施例と同様に、埋もれた情報である混合比 α を算出して、算出した混合比 α を出力することができる。

【0623】図97は、前景成分画像を任意の背景画像と合成する分離部91の機能の他の構成を示すブロック図である。図92に示す分離部91が領域特定と混合比 α の算出をシリアルに行うのに対して、図97に示す分離部91は、領域特定と混合比 α の算出をパラレルに行う。

【0624】図94のブロック図に示す機能と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0625】図97に示す混合比算出部1101は、入力画像を基に、画素がカバーバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を、入力画像に含まれる画素のそれぞれに対して算出し、算出した画素がカバーバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を前景背景分離部1102および合成部1201に供給する。

【0626】図97に示す前景背景分離部1102は、混合比算出部1101から供給された、画素がカバー

バックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、並びに領域特定部103から供給された領域情報を基に、入力画像から前景成分画像を生成し、生成した前景成分画像を合成部1201に供給する。

【0627】合成部1201は、混合比算出部1101から供給された、画素がカバーバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、領域特定部103から供給された領域情報を基に、任意の背景画像と、前景背景分離部1102から供給された前景成分画像とを合成して、任意の背景画像と前景成分画像とが合成された合成画像を出力する。

【0628】図98は、合成部1201の構成を示す図である。図93のブロック図に示す機能と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0629】選択部1221は、領域特定部103から供給された領域情報を基に、混合比算出部1101から供給された、画素がカバーバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比のいずれか一方を選択して、選択した推定混合比を混合比 α として背景成分生成部1021に供給する。

【0630】図98に示す背景成分生成部1021は、選択部1221から供給された混合比 α および任意の背景画像を基に、背景成分画像を生成して、混合領域画像合成部1022に供給する。

【0631】図98に示す混合領域画像合成部1022は、背景成分生成部1021から供給された背景成分画像と前景成分画像とを合成することにより、混合領域合成画像を生成して、生成した混合領域合成画像を画像合成部1023に供給する。

【0632】画像合成部1023は、領域情報を基に、前景成分画像、混合領域画像合成部1022から供給された混合領域合成画像、および任意の背景画像を合成して、合成画像を生成して出力する。

【0633】このように、合成部1201は、前景成分画像を、任意の背景画像に合成することができる。

【0634】なお、混合比 α は、画素値に含まれる背景の成分の割合として説明したが、画素値に含まれる前景の成分の割合としてもよい。

【0635】また、前景となるオブジェクトの動きの方向は左から右として説明したが、その方向に限定されないことは勿論である。

【0636】以上においては、3次元空間と時間軸情報を有する現実空間の画像をビデオカメラを用いて2次元空間と時間軸情報を有する時空間への射影を行った場合

を例としたが、本発明は、この例に限らず、より多くの第1の次元の第1の情報を、より少ない第2の次元の第2の情報に射影した場合に、その射影によって発生する歪みを補正したり、有意情報を抽出したり、またはより自然に画像を合成する場合に適応することが可能である。

【0637】なお、センサは、CCDに限らず、固体撮像素子である、例えば、BBD (Bucket Brigade Device)、CID (Charge Injection Device)、CPD (Charge Priming Device)、またはCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサでもよく、また、検出素子がマトリックス状に配置されているセンサに限らず、検出素子が1列に並んでいるセンサでもよい。

【0638】次に、図99のフローチャートを参照して、カメラ端末装置2がリアルタイムで撮像した画像の前景成分画像に、指定された背景成分画像を合成した画像を出力する合成サービスの処理について説明する。尚、カメラ端末装置2は、使用者に対して貸し出されているものとして、分離処理と合成処理のそれぞれに課金される場合の例について説明する。

【0639】ステップS1001において、シャッターボタンが押下されたか否かが判定され、シャッターボタンが押下されるまでこの処理が繰り返され、シャッターボタンが押下されると、ステップS1002において、信号制御部71は、撮像部74より入力される画像を背景成分画像と前景成分画像に分離する処理を実行する。この画像の分離の処理は、上述の分離部91によって実行される一連の処理であり、すなわち、図35のフローチャートを参照して説明した領域特定の処理、図63を参照して説明した混合比の算出の処理、図78のフローチャートを参照して説明した前景と背景の分離の処理、および、図86のフローチャートを参照して説明した前景成分画像の動きボケ量の調整の処理によって実行される、入力画像を前景成分画像と背景成分画像に分離する処理である。尚、ここの処理については、上述と同様であるので、その説明は、省略する。

【0640】ステップS1003において、課金処理部75は、ネットワーク1を介して課金サーバ5に対して課金処理を実行する。また、同時にステップS1021において、課金サーバ5は、カメラ端末装置2に対して課金処理を実行する。

【0641】ここで、図100のフローチャートを参照して、上述の課金処理を説明する。尚、課金処理にあたり、カメラ端末装置2を借りた使用者は、例えば、使用開始前に予め自らの口座ID (クレジットカードのカード番号などでもよい) と認証情報を入力するものとする。

【0642】ステップS1101において、図101で示すように、課金処理部75は、処理内容 (サービス) を指定して使用者 (画像の分離を依頼する使用者) を識別するID情報、認証情報 (パスワード等)、利用金額、

および、自らに記憶されているID (提供者を識別するID) をネットワーク1を介して課金サーバ5に送信する。今の場合、サービスとして画像の分離処理が指定されたことになる。

【0643】ステップS1121において、図101で示すように、課金サーバ24は、カメラ端末装置2より送信されてきた (使用者の) IDに基づいて、認証情報、顧客口座ID、および、利用金額を、顧客口座の金融機関が管理する金融サーバ6に問い合わせる。

【0644】ステップS1141において、図101で示すように、金融サーバ (顧客用) 6は、顧客口座IDと認証情報に基づいて、認証処理を実行し、認証結果と利用の可否の情報を課金サーバ5に通知する。

【0645】ステップS1122において、図101で示すように、課金サーバ5は、認証結果と利用可否の情報をカメラ端末装置2に送信する。尚、以下の説明においては、認証結果が問題なく、その利用が可能であるとの条件の下に説明を進める。また、認証結果に問題があり、その利用が認められないとの情報が受信された場合、その処理は、終了することになる。

【0646】ステップS1102において、図101で示すように、カメラ端末装置2は、認証結果に問題がなく、金融機関の利用が可能であるとの条件の場合、サービスを提供する。すなわち、今の場合、カメラ端末装置2は、画像の分離の処理を実行する。

【0647】ステップS1103において、カメラ端末装置2は、サービスの利用通知を課金サーバ5に送信する。ステップS1123において、課金サーバ5は、顧客口座ID、利用金額、および、提供者口座IDを金融サーバ (顧客用) 6に通知する。

【0648】ステップS1142において、金融サーバ (顧客用) 6は、顧客口座IDの口座から利用金額を提供者金融サーバ (提供者用) 7に振り込む。

【0649】ここで、図99のフローチャートの説明に戻る。

【0650】ステップS1004において、信号制御部71は、画像蓄積部72に分離した画像を保存する。ステップS1005において、課金処理部75は、シャッターが押下され続けているか否かを判定し、押下され続けていると判定した場合、その処理は、ステップS1002に戻る。すなわち、押下されて続けている間は課金処理が実行され続けることになる。

【0651】ステップS1005において、シャッターが押下されていないと判定された場合、ステップS1006において、信号制御部71は、背景成分画像として選択される画像のIDが入力されたか否かを判定し、入力されるまでその処理を繰り返す。尚、背景成分画像を指定するIDは、使用開始前に設定するようにしてもよいし、予め設定がない場合には、デフォルトで指定されるIDが入力されるようにしておいてもよく、シャッターが押

下されてから分離処理および合成処理がスムーズに行われるようにしてもよい。

【0652】ステップS1007において、信号制御部71は、指定されたIDの背景成分画像を、分離処理により分離した前景成分画像と合成する。例えば、図102(A)で示すような画像が撮像部74により撮像されると、信号制御部71は、その画像を前景成分画像と背景成分画像に分離する。その後、ステップS1006の処理で、図102(B)で示すように、画像蓄積部72に蓄積された画像(背景B1乃至B3、および、前景F1乃至F3)のうち、背景B3が選択されると、信号制御部71は、背景B3と図102(A)の中心部の前景成分画像とを合成して、図102(C)で示すような合成画像を生成する。

【0653】ステップS1008、S1022において、カメラ端末装置2の課金処理部71と課金サーバ5は、合成処理に対しての課金処理を実行する。尚、課金処理については、図100のフローチャートを参照して、説明した処理と同様であるので、その説明は省略する。

【0654】ステップS1009において、カメラ端末装置2の信号制御部71は、合成画像を表示部73に表示すると共に、その画像にIDを付して画像蓄積部72に保存させる。

【0655】以上の例においては、シャッターボタンが押下されている時間において、分離処理が繰り返され、それに応じた課金も実行され続ける例について説明してきたが、シャッターが押下される度に課金されるようにしても良い。

【0656】次に、図103で示すように、動く被写体をカメラ装置4により撮像してリアルタイムで動きボケを除去して表示させるか、または、図104で示すように、リアルタイムで動きボケを除去して、さらに別の背景成分画像を合成する処理を実現できるテレビジョン受像機端末装置3について、図105を参照して説明する。

【0657】尚、図105で示すテレビジョン受像機端末装置3は、図104で示すように、野生動物の夜間観察などで使用するために貸し出されるものであるとする。このとき、テレビジョン受像機端末装置3に対しての課金処理は、貸し出し時間に対する料金(施設利用時間に対応する料金)と、動きボケ除去処理と合成処理に対する料金であるものとする。また、動きボケ除去処理と合成処理は、被写体の画像(前景成分画像)に動きがある状態のときにのみ課金されるものとする。

【0658】テレビジョン受像機端末装置3の施設利用時間計測部2001は、テレビジョン受像機端末装置3が貸し出されてからの時間を計測するものであり、計測された時間をカウンタ2001aに記憶させていき、最終的に計測された施設利用時間を課金処理部85に出力

する。静動判定部2002は、カメラ装置4より入力される撮像された画像をスキャンして、被写体の画像(前景成分画像)に動きが生じたか否かを判定し、動きがあった場合、動きがあったことを示す信号を処理時間計測部2003に出力する。処理時間計測部2003は、静動判定部2002より動きがあったことを示す信号が入力されると、その信号が入力されている時間を計測しカウンタ2003aに記憶させていき、最終的に課金処理時にカウンタ2003aに記憶された処理時間を課金処理部85に出力する。このとき課金処理部85は、施設利用時間計測部2001より入力された施設利用時間と、処理時間計測部2003より入力された処理時間に応じて利用金額を算出し、課金サーバ5に対して課金処理を実行する。

【0659】信号処理部81の構成は、図8で示した信号処理部71と同様であるのでその説明を省略する。

【0660】次に、図106のフローチャートを参照して、野生動物の夜間観察に使用する場合、テレビジョン受像機端末装置3によりリアルタイム合成サービスの処理について説明する。

【0661】ステップS1201において、テレビジョン受像機端末装置3の施設利用時間計測部2001は、施設利用時間の計測を開始する。このタイミングでカメラ装置4により撮像された画像が順次信号処理部71と静動判定部2002に出力されはじめる。ステップS1202において、静動判定部2002は、被写体に動きがあったか否かを判定し、動きがあると判定されるまでその処理を繰り返し、動きがあると判定された場合、その処理は、ステップS1203に進む。

【0662】ステップS1203において、静動判定部2002より動きが検出されたことを示す信号が出力されることにより処理時間計測部2003は、処理時間の計測を開始する。

【0663】ステップS1204において、信号制御部81の分離部91が入力された画像の分離の処理を実行する。この処理は、図99のフローチャート中のステップS1002の処理と同様であり、動きボケ量の調整の処理(図86のフローチャート参照)が含まれており、その処理により画像の分離処理と共に、前景成分画像の動きボケの調整処理により動きボケを除去することができる。尚、今の場合、画像が分離された後、前景成分画像のみが、合成部92に出力される。

【0664】ステップS1205において、合成部92は、合成しようとする背景成分画像を画像蓄積部72より読み込み、ステップS1206において、合成部92は、読み込んだ背景成分画像と、分離部91より入力された動きボケ除去された前景成分画像を合成し、表示部83に出力し、表示させる。

【0665】ステップS1207において、静動判定部2002は、動きがあるか、すなわち、依然として動き

が継続的にあるか否かを判定し、動きがあると判定された場合、その処理は、ステップ S 1 2 0 4 に戻り、それ以降の処理が繰り返される。

【0666】ステップ S 1 2 0 7 において、動きが無いと判定された場合、ステップ S 1 2 0 8 において、処理時間計測部 2 0 0 3 は、実際の分離処理（動きボケ除去処理）と合成処理にかかった時間を計測し、カウンタ 2 0 0 3 a に記憶させる。

【0667】ステップ S 1 2 0 9 において、施設利用時間計測部 2 0 0 1 は、施設利用が終了したか否かを判定し、例えば、施設利用が終了した場合、ステップ S 1 2 1 0 において、カウンタ 2 0 0 1 a に記憶されていた施設利用時間を計測し、課金処理部 7 5 に出力する。

【0668】ステップ S 1 2 1 1, S 1 1 2 1 において、テレビジョン受像機端末装置 3 の課金処理部 8 5 と課金サーバ 5 は、施設利用時間と動きボケ除去処理と合成処理の処理時間に基づいて課金処理を算出すると共に、対応する課金処理を実行する。尚、課金処理については、図 1 0 0 のフローチャートを参照して、説明した処理と同様であるので、その説明は省略する。

【0669】以上のような処理により、野生動物の夜間観察のように微弱な光でも、動きボケ処理した画像を撮像することができるサービスを提供することができ、さらに、テレビジョン受像機端末装置 3 の貸し出し時間（施設利用時間）と、処理時間（動きボケ処理と合成処理にかかる時間）に応じた課金処理が実現できるので、夜間において、動物が動かずにしている時間は、分離および合成の処理にかかる費用が発生しないので、使用者は、分離処理や合成処理が必要とされる状況が発生したタイミングにだけ料金を支払うことになる。

【0670】また、図 1 0 6 のフローチャートを参照して説明したリアルタイム合成サービスの処理で、貸し出し時間による課金処理をなくし、処理時間のみで課金するようにして、ゴルフスウィングの確認のために、例えば、ゴルフ場などでテレビジョン受像機端末装置 3 を貸し出す場合の処理について図 1 0 7 のフローチャートを参照して説明する。

【0671】この処理は、図 1 0 6 のフローチャートにおけるステップ S 1 2 0 1, S 1 2 1 0 の処理を省いたものとなる。すなわち、ステップ S 1 3 0 1 において、静動判定部 2 0 0 2 は、被写体に動きがあったか否かを判定し、動きがあると判定されるまでその処理を繰り返し、動きがあると判定された場合、その処理は、ステップ S 1 3 0 2 に進む。すなわち、使用者が、ゴルフスウィングをするまでは、その処理は実行されず、課金処理もされない。

【0672】ステップ S 1 3 0 2 において、静動判定部 2 0 0 2 より動きが検出されたことを示す信号が出力されることにより処理時間計測部 2 0 0 3 は、処理時間の計測を開始する。

【0673】ステップ S 1 3 0 3 において、信号制御部 8 1 の分離部 9 1 が入力された画像の分離の処理を実行する。この処理は、図 9 9 のフローチャート中のステップ S 1 0 0 2 の処理と同様であり、動きボケ量の調整の処理が含まれており、その処理により画像の分離処理と共に、前景成分画像の動きボケの調整処理により動きボケを除去することができる。

【0674】ステップ S 1 3 0 4 において、合成部 9 2 は、合成しようとする背景成分画像を画像蓄積部 8 2 より読み込み、ステップ S 1 3 0 5 において、合成部 9 2 は、読み込んだ背景成分画像と、分離部 9 1 より入力された動きボケ除去された前景成分画像を合成し、表示部 8 3 に出力し、表示させる。今の場合、ゴルフクラブのスウィングが動きボケ除去された状態で表示されていれば良いので、撮像された画像と異なる背景成分画像を特に合成する必要はないので、必ずしも画像蓄積部 8 2 より背景成分画像を読み出さなくても良い。

【0675】ステップ S 1 3 0 6 において、静動判定部 2 0 0 2 は、動きがあるか、すなわち、依然として動きが継続的あるか否かを判定し、動きがあると判定された場合、その処理は、ステップ S 1 2 0 4 に戻り、それ以降の処理が繰り返される。

【0676】ステップ S 1 3 0 6 において、動きが無いと判定された場合、ステップ S 1 3 0 7 において、処理時間計測部 2 0 0 3 は、実際の分離処理（動きボケ除去処理）と合成処理にかかった時間を計測し、カウンタ 2 0 0 3 a に記憶させる。

【0677】ステップ S 1 3 0 8 において、施設利用時間計測部 2 0 0 1 は、施設利用が終了したか否かを判定し、例えば、施設利用が終了した場合（カメラ端末装置 2 を返却する場合）、ステップ S 1 3 0 9, S 1 3 2 1 において、カメラ端末装置 2 の課金処理部 7 1 と課金サーバ 5 は、施設利用時間と動きボケ除去処理と合成処理の処理時間に基づいて課金処理を算出すると共に、対応する課金処理を実行する。尚、課金処理については、図 1 0 0 のフローチャートを参照して、説明した処理と同様であるので、その説明は省略する。

【0678】以上においては、テレビジョン受像機端末装置 3 の動作について説明してきたが、例えば、カメラ端末装置 2 により同様の処理を実行させることも可能である。

【0679】以上によれば、本発明の分離部 9 1 は、撮像した画像を実時間で、前景成分画像（前景成分画像）と前景成分画像（前景成分画像）に分離し、前景成分画像については、実時間で動きボケ調整処理を施すことが可能となる。

【0680】本発明の信号処理を行うプログラムを記録した記録媒体は、図 4, 5 に示すように、コンピュータとは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク 4 1,

61 (フレキシブルディスクを含む)、光ディスク 42、62 (CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disc)を含む)、光磁気ディスク 43、63 (MD (Mini-Disc) (商標)を含む)、もしくは半導体メモリ 44、64 などよりなるパッケージメディアにより構成されるだけでなく、コンピュータに予め組み込まれた状態でユーザに提供される、プログラムが記録されている ROM 22、52 や、記憶部 28、58 に含まれるハードディスクなどで構成される。

【0681】なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【0682】

【発明の効果】本発明の画像処理装置および方法、並びにプログラムによれば、画素毎に、かつ、時間的に積分された画像を構成する光の量に応じて決定される画素値からなる画像データを入力し、入力した画像データの、画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分と、画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分が混合された混合領域の混合比を推定し、推定した混合比に基づいて、入力された画像データを、前記入力画像データの前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景成分画像と、画像データの背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景成分画像に、実時間で分離し、分離した前景成分画像、および、背景成分画像を実時間で記憶するようにしたので、撮像した画像を実時間で、前景成分画像 (前景成分画像) と前景成分画像 (前景成分画像) に分離し、前景成分画像については、実時間で動きボケ調整処理を施すことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の画像処理方法を示す図である。

【図 2】従来の画像処理方法を示す図である。

【図 3】本発明を適用した画像処理システムの一実施の形態の構成を示す図である。

【図 4】図 3 のカメラ端末装置の構成を示す図である。

【図 5】図 3 のテレビジョン受像機端末装置の構成を示す図である。

【図 6】図 4 のカメラ端末装置の構成を示すブロック図である。

【図 7】図 5 のテレビジョン受像機端末装置の構成を示すブロック図である。

【図 8】図 6 の信号処理部の構成を示すブロック図である。

【図 9】画像処理装置を示すブロック図である。

【図 10】センサによる撮像を説明する図である。

【図 11】画素の配置を説明する図である。

【図 12】検出素子の動作を説明する図である。

【図 13】動いている前景に対応するオブジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して得られる画像を説明する図である。

【図 14】背景領域、前景領域、混合領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウンド領域を説明する図である。

【図 15】静止している前景に対応するオブジェクトおよび静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像における、隣接して 1 列に並んでいる画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。

【図 16】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 17】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 18】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 19】前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出した例を示す図である。

【図 20】画素と画素値を時間方向に展開したモデルとの対応を示す図である。

【図 21】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 22】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 23】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 24】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 25】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 26】動きボケの量の調整の処理を説明するフローチャートである。

【図 27】領域特定部 103 の構成の一例を示すブロック図である。

【図 28】前景に対応するオブジェクトが移動しているときの画像を説明する図である。

【図 29】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 30】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 31】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 32】領域判定の条件を説明する図である。

【図 33】領域特定部 103 の領域の特定の結果の例を示す図である。

【図 34】領域特定部 103 の領域の特定の結果の例を示す図である。

【図 35】領域特定の処理を説明するフローチャートである。

【図 36】領域特定部 103 の構成の他の一例を示すブ

ロック図である。

【図 37】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 38】背景画像の例を示す図である。

【図 39】2値オブジェクト画像抽出部 302 の構成を示すブロック図である。

【図 40】相関値の算出を説明する図である。

【図 41】相関値の算出を説明する図である。

【図 42】2値オブジェクト画像の例を示す図である。

【図 43】時間変化検出部 303 の構成を示すブロック図である。

【図 44】領域判定部 342 の判定を説明する図である。

【図 45】時間変化検出部 303 の判定の例を示す図である。

【図 46】領域判定部 103 の領域特定の処理を説明するフローチャートである。

【図 47】領域判定の処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図 48】領域特定部 103 のさらに他の構成を示すブロック図である。

【図 49】ロバスト化部 361 の構成を説明するブロック図である。

【図 50】動き補償部 381 の動き補償を説明する図である。

【図 51】動き補償部 381 の動き補償を説明する図である。

【図 52】領域特定の処理を説明するフローチャートである。

【図 53】ロバスト化の処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図 54】混合比算出部 104 の構成の一例を示すブロック図である。

【図 55】理想的な混合比 α の例を示す図である。

【図 56】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 57】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 58】前景の成分の相関を利用した近似を説明する図である。

【図 59】C、N、およびPの関係を説明する図である。

【図 60】推定混合比処理部 401 の構成を示すブロック図である。

【図 61】推定混合比の例を示す図である。

【図 62】混合比算出部 104 の他の構成を示すブロック図である。

【図 63】混合比の算出の処理を説明するフローチャートである。

【図 64】推定混合比の演算の処理を説明するフローチャートである。

【図 65】混合比 α を近似する直線を説明する図である。

【図 66】混合比 α を近似する平面を説明する図である。

【図 67】混合比 α を算出するときの複数のフレームの画素の対応を説明する図である。

【図 68】混合比推定処理部 401 の他の構成を示すブロック図である。

【図 69】推定混合比の例を示す図である。

【図 70】カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理を説明するフローチャートである。

【図 71】前景背景分離部 105 の構成の一例を示すブロック図である。

【図 72】入力画像、前景成分画像、および背景成分画像を示す図である。

【図 73】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 74】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 75】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 76】分離部 601 の構成の一例を示すブロック図である。

【図 77】分離された前景成分画像、および背景成分画像の例を示す図である。

【図 78】前景と背景との分離の処理を説明するフローチャートである。

【図 79】動きボケ調整部 106 の構成の一例を示すブロック図である。

【図 80】処理単位を説明する図である。

【図 81】前景成分画像の画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 82】前景成分画像の画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 83】前景成分画像の画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 84】前景成分画像の画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図 85】動きボケ調整部 106 の他の構成を示す図である。

【図 86】動きボケ調整部 106 による前景成分画像に含まれる動きボケの量の調整の処理を説明するフローチャートである。

【図 87】動きボケ調整部 106 の構成の他の一例を示すブロック図である。

【図 88】画素値と前景の成分のとの対応を指定するモデルの例を示す図である。

【図 89】前景の成分の算出を説明する図である。

【図 90】前景の成分の算出を説明する図である。

【図 91】前景の動きボケの除去の処理を説明するフローチャートである。

【図 92】画像処理装置の機能の他の構成を示すブロック図である。

【図 93】合成部 1001 の構成を示す図である。

【図 94】画像処理装置の機能のさらに他の構成を示す 10
ブロック図である。

【図 95】混合比算出部 1101 の構成を示すブロック図である。

【図 96】前景背景分離部 1102 の構成を示すブロック図である。

【図 97】画像処理装置の機能のさらに他の構成を示すブロック図である。

【図 98】合成部 1201 の構成を示す図である。

【図 99】カメラ端末装置の合成サービスの処理を説明するフローチャートである。

【図 100】合成サービスの課金処理を説明するフローチャートである。

【図 101】合成サービスの課金処理を説明する図である。

【図 102】合成サービスの課金処理を説明する図である。

【図 103】カメラ端末装置によるリアルタイム合成サービスを説明する図である。

【図 104】カメラ端末装置の別の実施例を説明する図である。

【図 105】カメラ端末装置によるリアルタイム合成サービスの処理を説明するフローチャートである。

【図 106】カメラ端末装置によるリアルタイム合成サービスを説明する図である。

【図 107】カメラ端末装置によるリアルタイム合成サービスを説明する図である。

【符号の説明】

1 ネットワーク, 2 カメラ端末装置, 3 テレビジョン受像機端末装置, 4 カメラ装置, 5 課金サーバ, 6, 7 金融サーバ, 21 CPU, 2 40
2 ROM, 23 RAM, 26 入力部, 26a センサ, 27 出力部, 27a LCD, 28 記憶部, 29 通信部, 30 ドライブ, 31 磁気ディスク, 32 光ディスク, 33 光磁気ディスク, 34 半導体メモリ, 51 CPU, 52 ROM, 53 RAM, 56 入力部, 57 出力部, 58 記憶部, 59 通信部, 60 ドライブ,

61 磁気ディスク, 62 光ディスク, 63 光磁気ディスク, 64 半導体メモリ, 71 信号処理部, 72 画像蓄積部, 73 表示部, 74 撮像部, 75 課金処理部, 81 信号処理部, 82 画像蓄積部, 83 表示部, 84 チューナ, 85 課金処理部, 91 分離部, 92 合成部, 101 オブジェクト抽出部, 102 動き検出部, 103 領域特定部, 104 混合比算出部, 105 前景背景分離部, 106 動きボケ調整部, 107 選択部, 201 フレームメモリ, 202-1乃至202-4 静動判定部, 203-1乃至203-3 領域判定部, 204 判定フラグ格納フレームメモリ, 205 合成部, 206 判定フラグ格納フレームメモリ, 301 背景画像生成部, 302 2値オブジェクト画像抽出部, 303 時間変化検出部, 321 相関値演算部, 322 しきい値処理部, 341 フレームメモリ, 342 領域判定部, 361 ロバスト化部, 381 動き補償部, 382 スイッチ, 383-1乃至383-N フレームメモリ, 384-1乃至384-N 重み付け部, 385 積算部, 401 推定混合比処理部, 402 推定混合比処理部, 403 混合比決定部, 421 フレームメモリ, 422 フレームメモリ, 423 混合比演算部, 441 選択部, 442 推定混合比処理部, 443 推定混合比処理部, 444 選択部, 501 遅延回路, 502 足し込み部, 503 演算部, 601 分離部, 602 スイッチ, 603 合成部, 604 スイッチ, 605 合成部, 621 フレームメモリ, 622 分離処理ブロック, 623 フレームメモリ, 631 アンカバード領域処理部, 632 カバード領域処理部, 633 合成部, 634 合成部, 801 処理単位決定部, 802 モデル化部, 803 方程式生成部, 804 足し込み部, 805 演算部, 806 動きボケ付加部, 807 選択部, 821 選択部, 901 処理単位決定部, 902 モデル化部, 903 方程式生成部, 904 演算部, 905 補正部, 906 動きボケ付加部, 907 選択部, 1001 合成部, 1021 背景成分生成部, 1022 混合領域画像合成部, 1023 画像合成部, 1101 混合比算出部, 1102 前景背景分離部, 1121 選択部, 1201 合成部, 1221 選択部, 2001 施設利用時間計測部, 2001a カウンタ, 2002 静動判定部, 2003 処理時間計測部, 2003a カウンタ

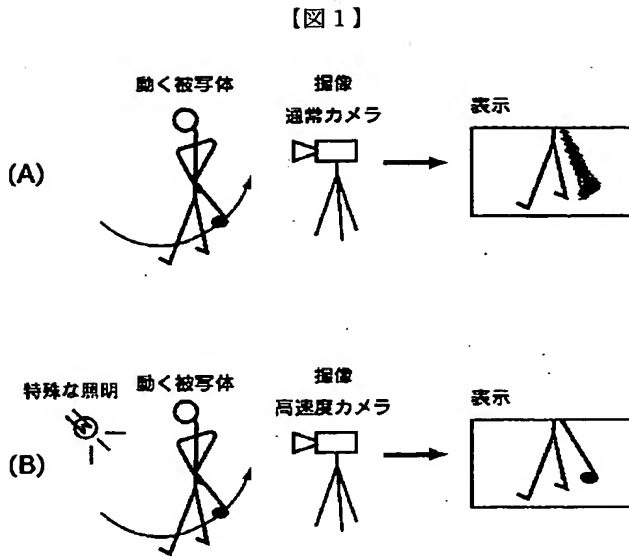


図1

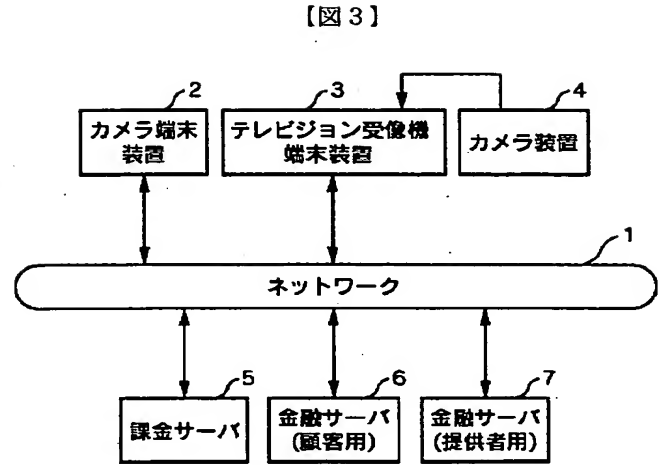


図3

【図2】

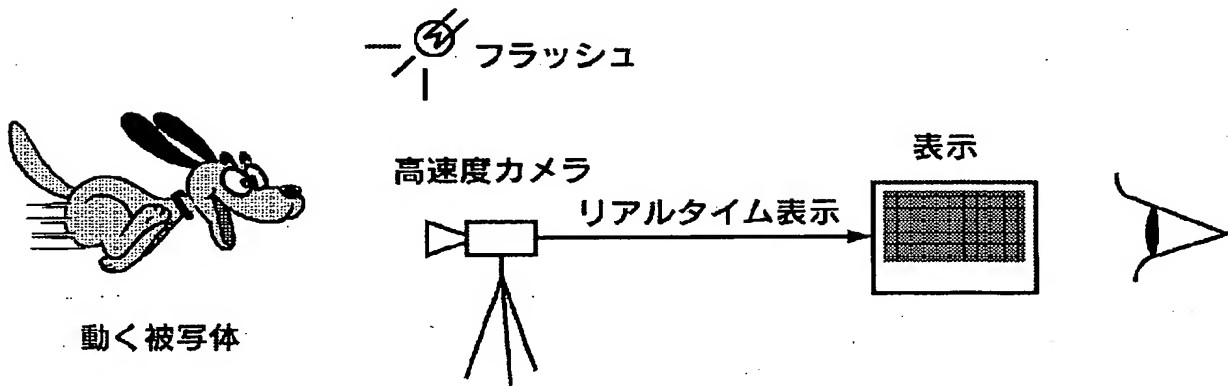


図2

【図12】

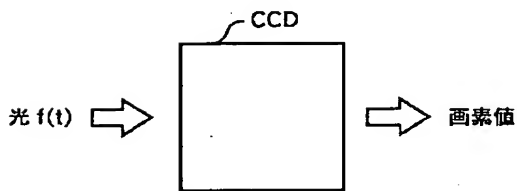


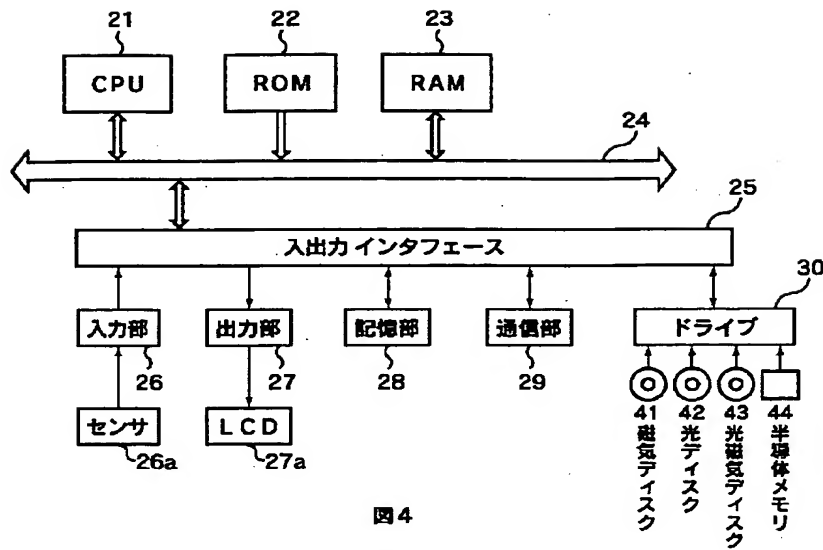
図12

【図14】

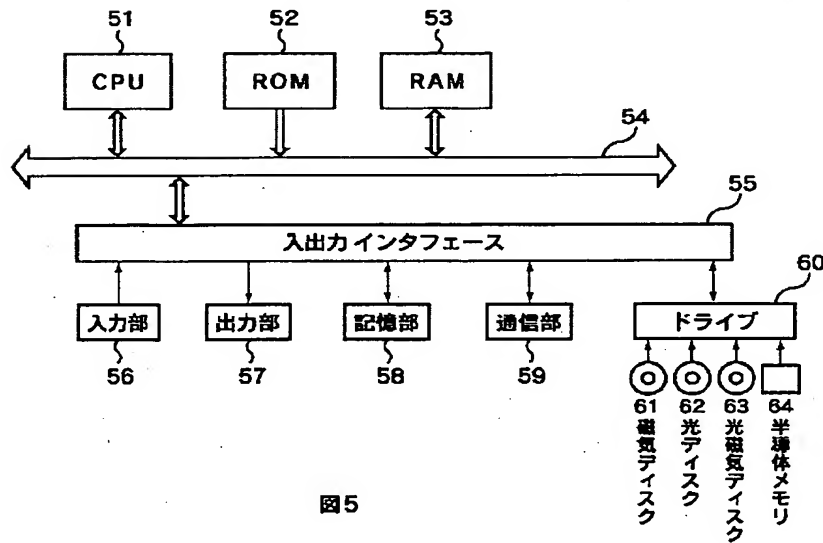
領域	説明
背景領域	静止部分
前景領域	動き部分
混合領域	カバードバックグラウンド領域
	アンカバードバックグラウンド領域
	背景から前景に変化する部分
	前景から背景に変化する部分

図14

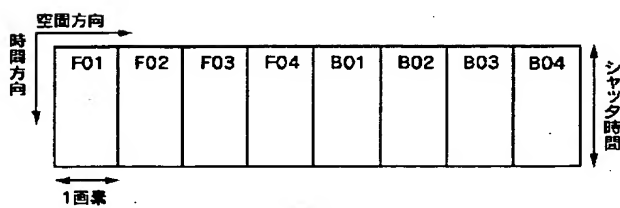
【図 4】



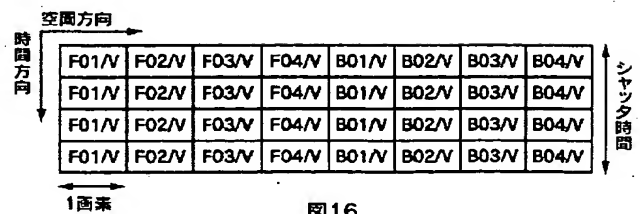
【図 5】



【図 15】



【図 16】



【図6】

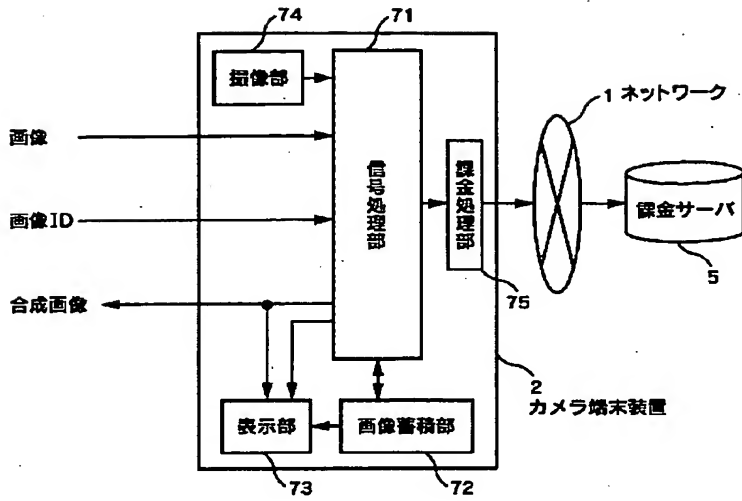


図6

【図11】

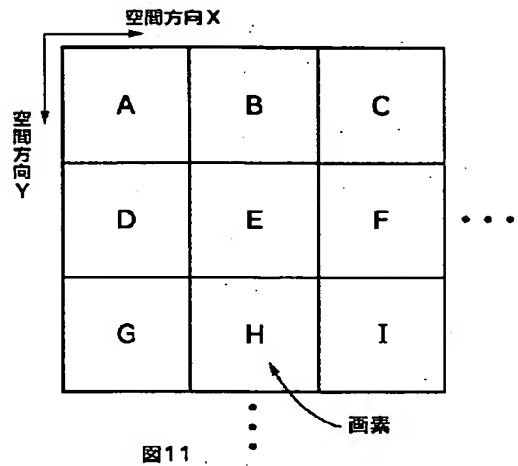


図11

【図7】

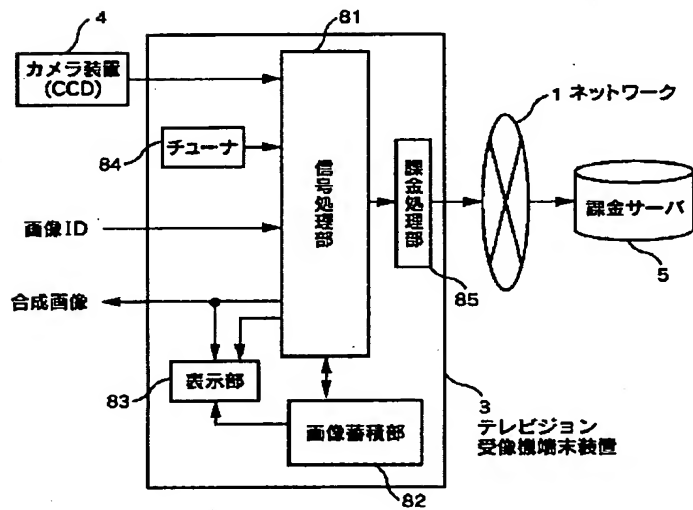


図7

【図8】

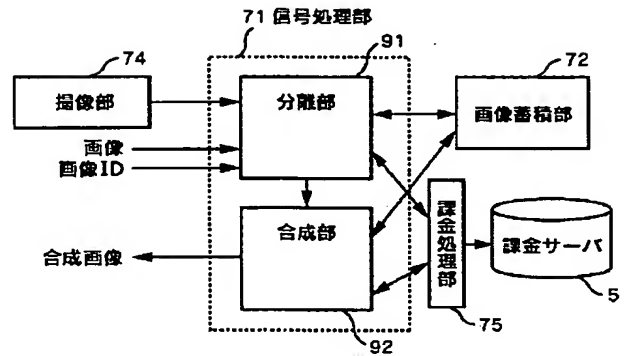


図8

【図17】

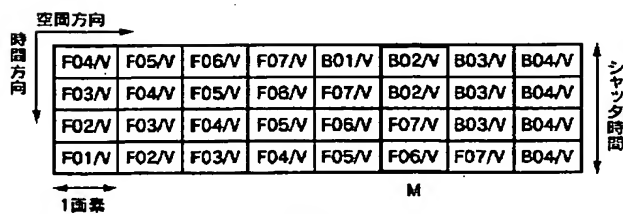


図17

【図1.8】

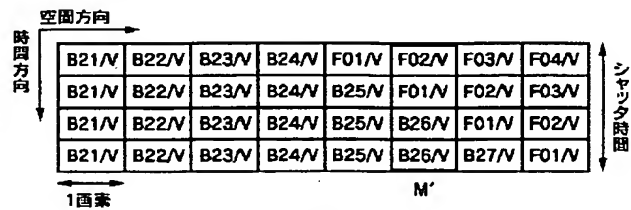


図18

【図13】

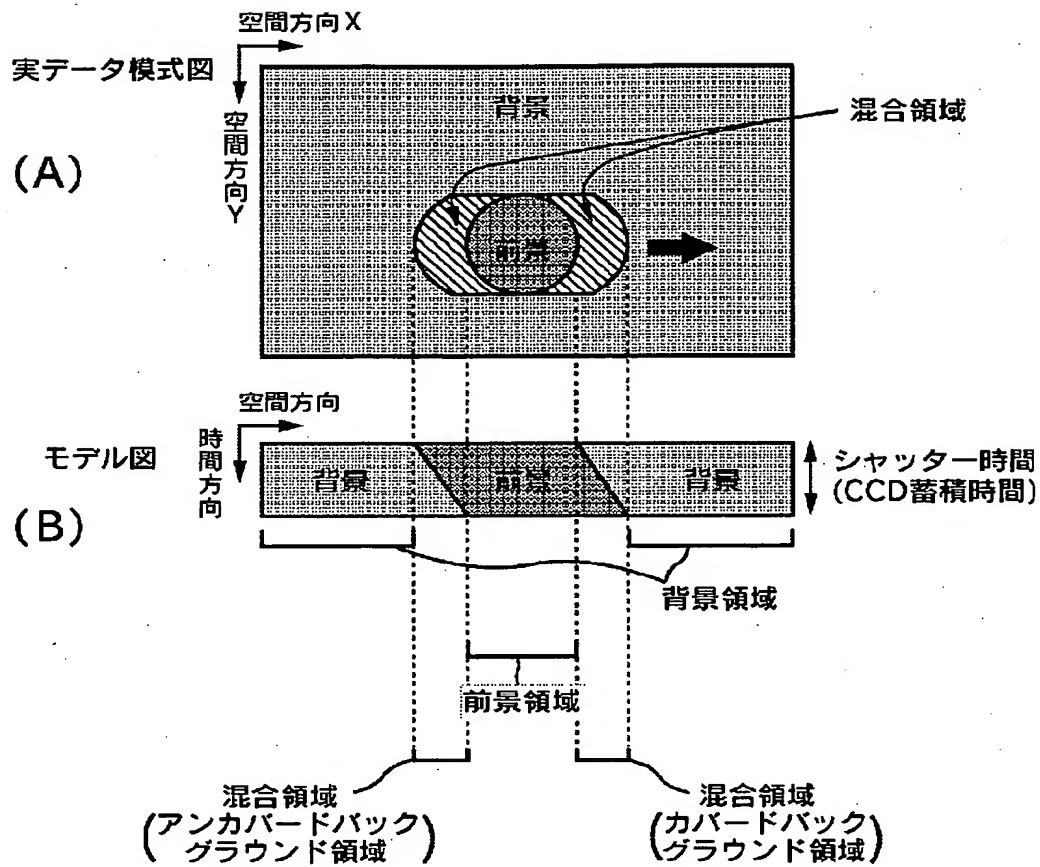


図13

【図21】

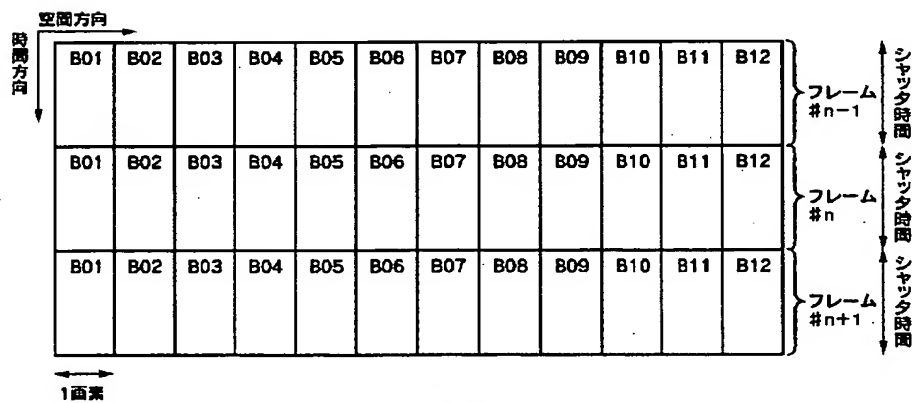


図21

【図 19】

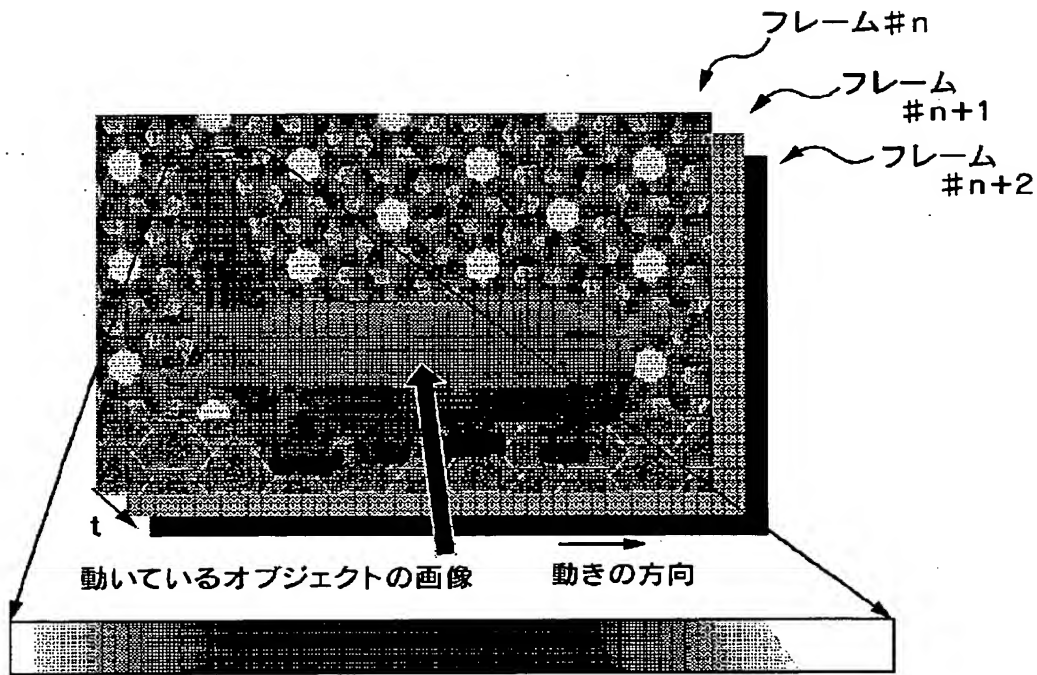


図 19

【図 22】

時間方向 ↓	空間方向 →												シャッタ時間 ↓	
	F12/V	B01/V	B02/V	B03/V	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	B11		フレーム #n-1
	F11/V	F12/V	B02/V	B03/V										
	F10/V	F11/V	F12/V	B03/V										
	F09/V	F10/V	F11/V	F12/V										
	F08/V	F09/V	F10/V	F11/V	F12/V	B05/V	B06/V	B07/V	B08	B09	B10	B11		フレーム #n
	F07/V	F08/V	F09/V	F10/V	F11/V	F12/V	B06/V	B07/V						
	F06/V	F07/V	F08/V	F09/V	F10/V	F11/V	F12/V	B07/V						
	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V	F09/V	F10/V	F11/V	F12/V						
	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V	F09/V	F10/V	F11/V	F12/V	B09/V	B10/V	B11/V		フレーム #n+1
	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V	F09/V	F10/V	F11/V	F12/V	B10/V	B11/V		
	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V	F09/V	F10/V	F11/V	F12/V	B11/V		
F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V	F09/V	F10/V	F11/V	F12/V			
1画素													シャッタ時間 ↓	

図 22

【図 38】

B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

1画素

図 38

【図 20】

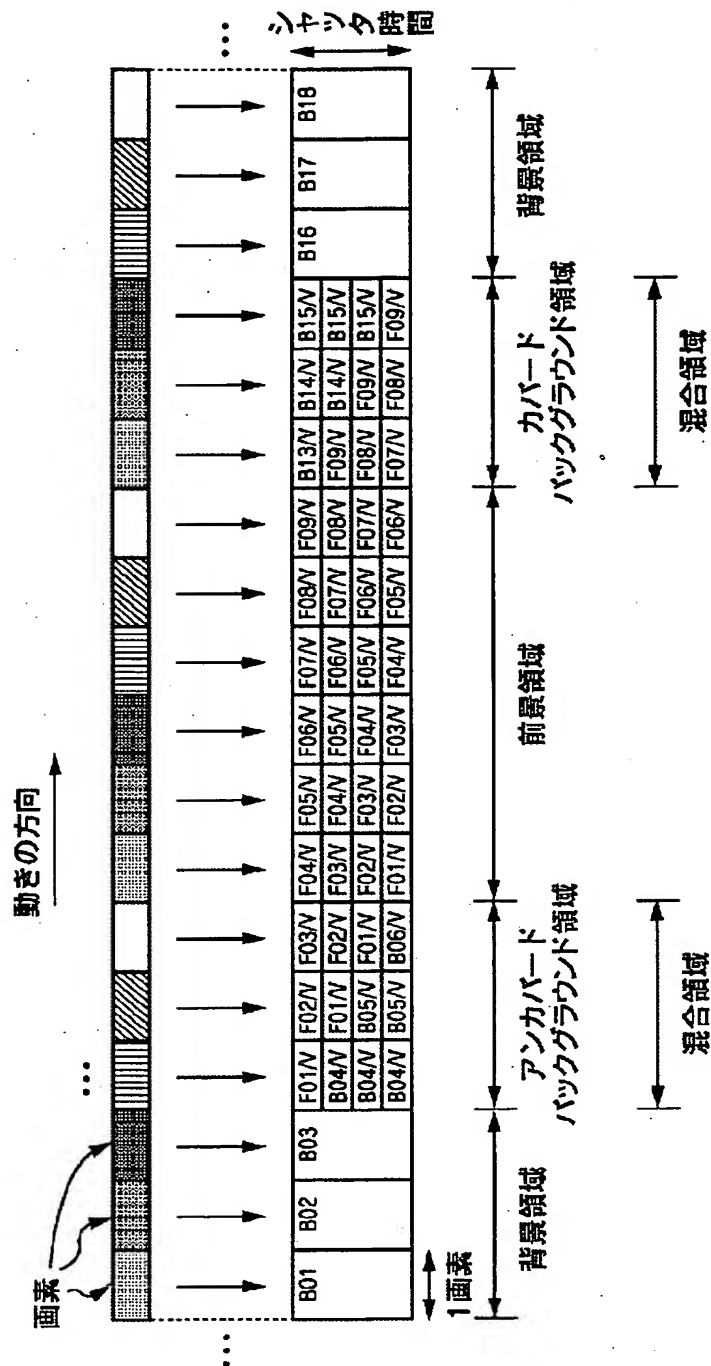


図 20

【図 23】

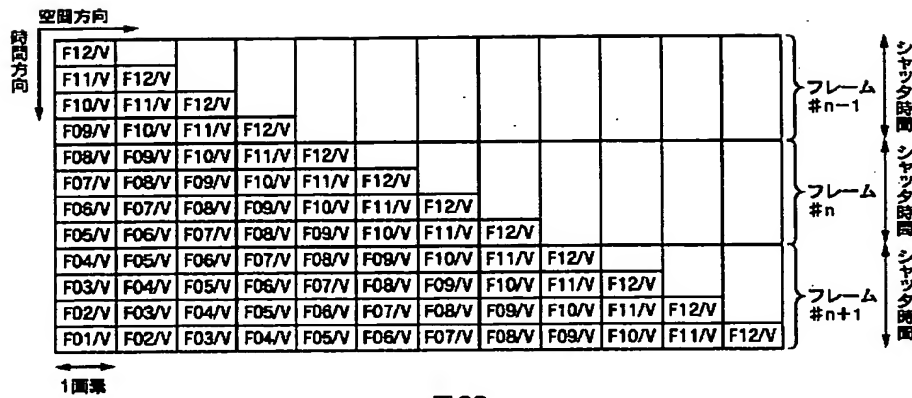


図 23

【図 24】

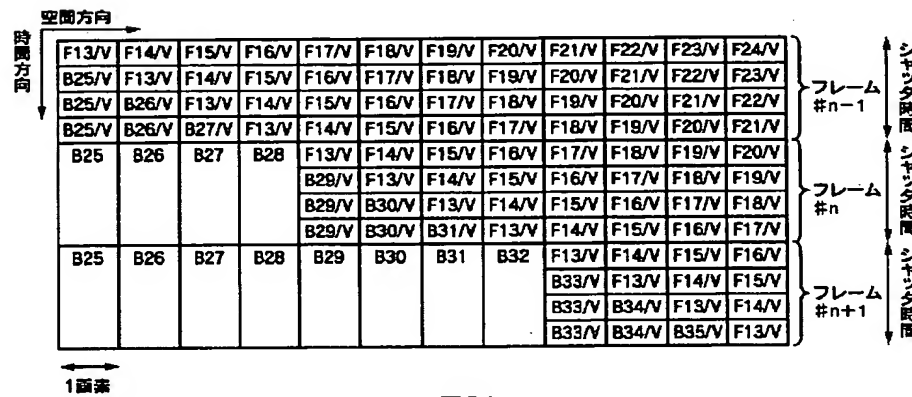


図 24

【図 25】

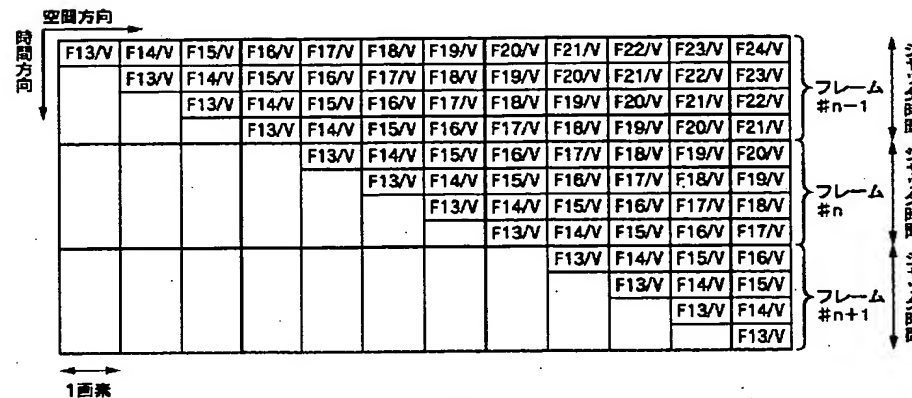


図 25

【図 26】

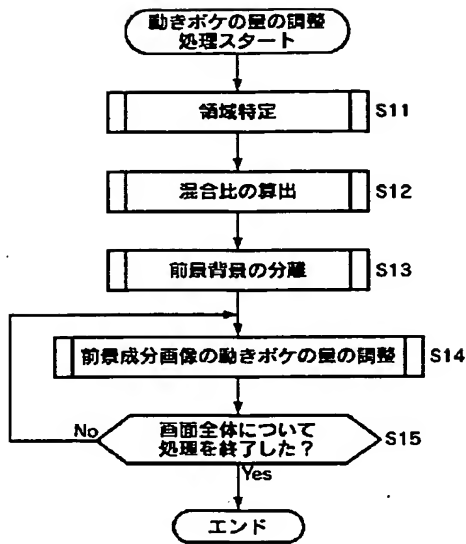


図 26

【図 28】

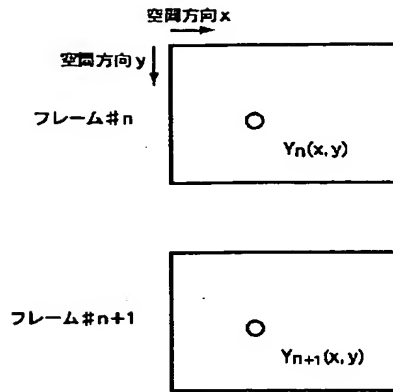


図 28

【図 46】

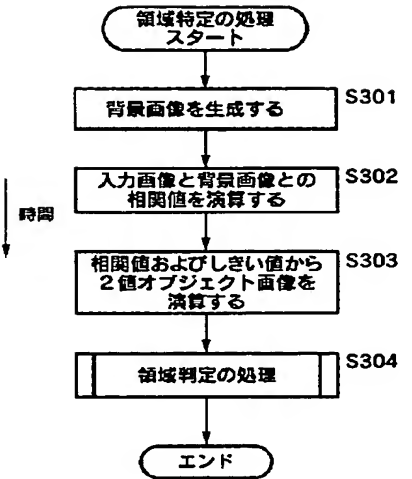


図 46

【図 29】

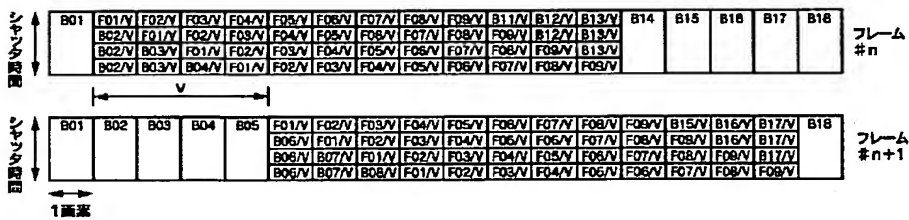


図 29

【図 30】

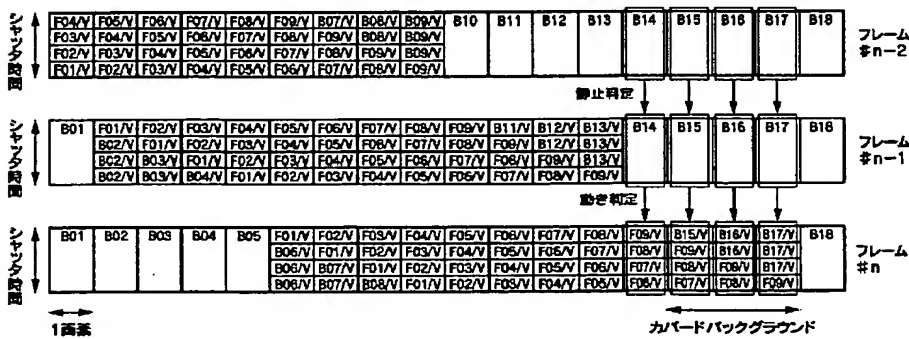


図 30

【図 27】

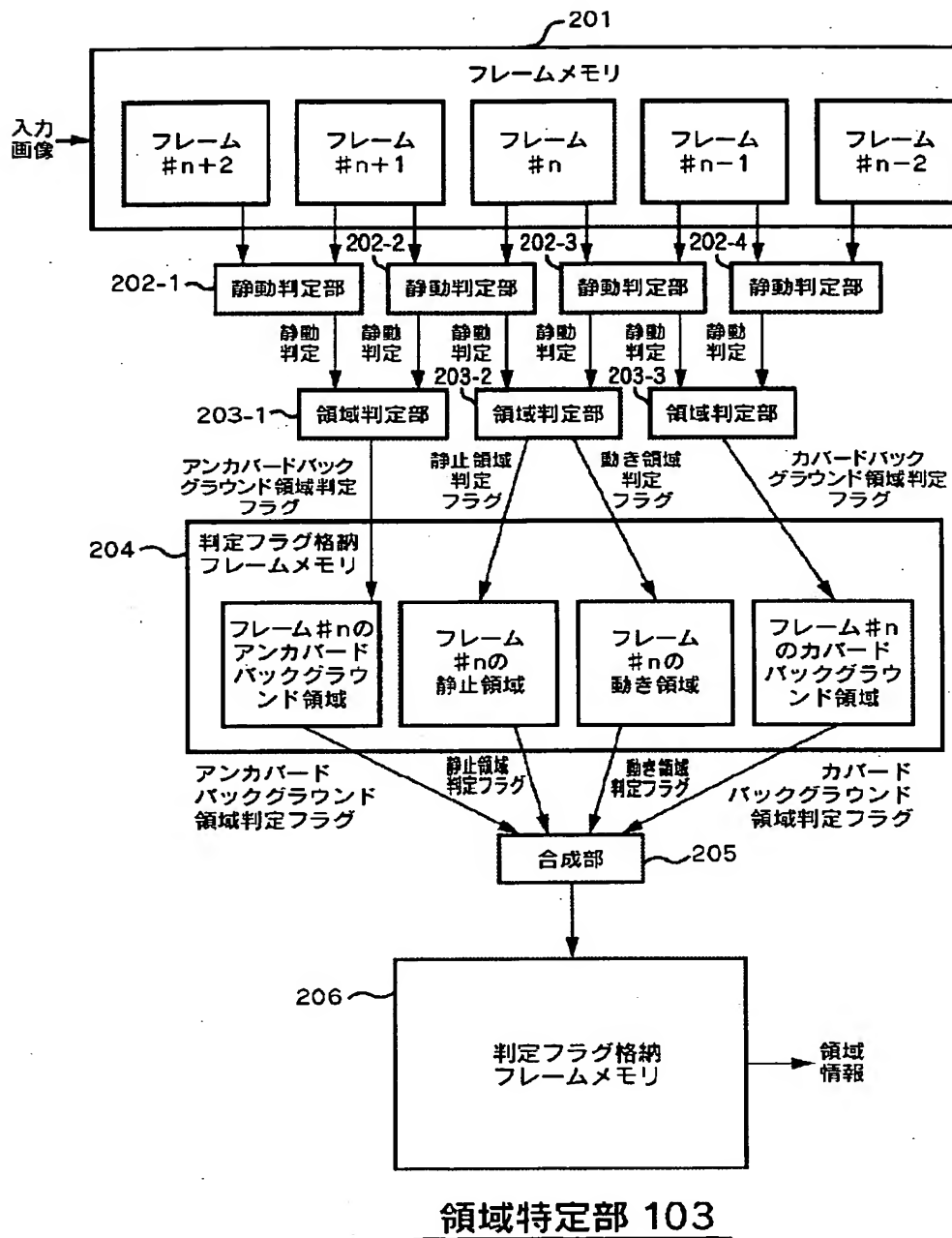


図 27

【図 34】

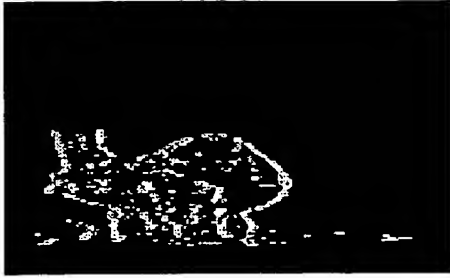


図 34

【図 35】

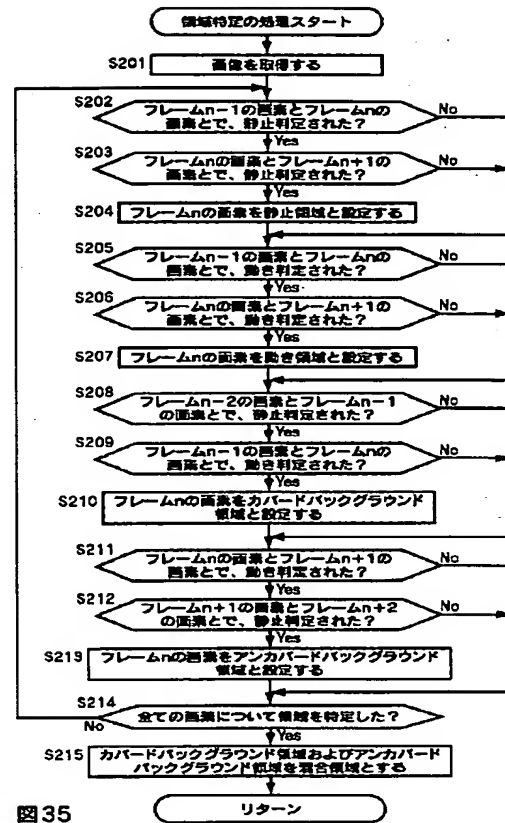
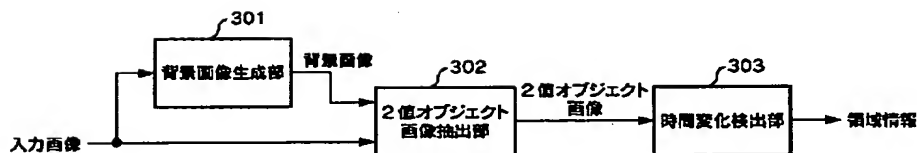


図 35

【図 36】



領域特定部 103

図 36

【図 44】

	背景領域	前景領域	カバードバックグラウンド領域	アンカバードバックグラウンド領域
フレーム#n-1	—	1	0	—
フレーム#n	0	1	1	1
フレーム#n+1	—	1	—	0

図 44

【図 37】

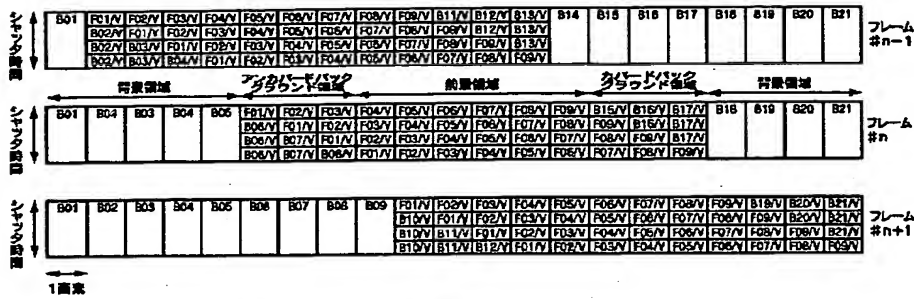
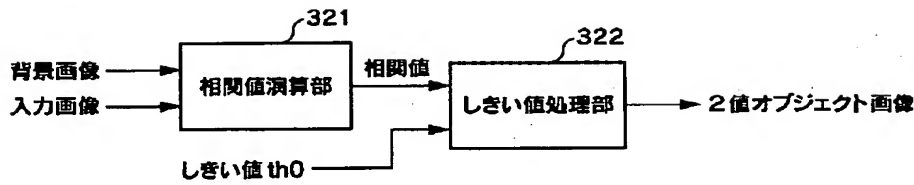


図 37

【図 39】



2 値オブジェクト画像抽出部 302

図 39

【図 53】

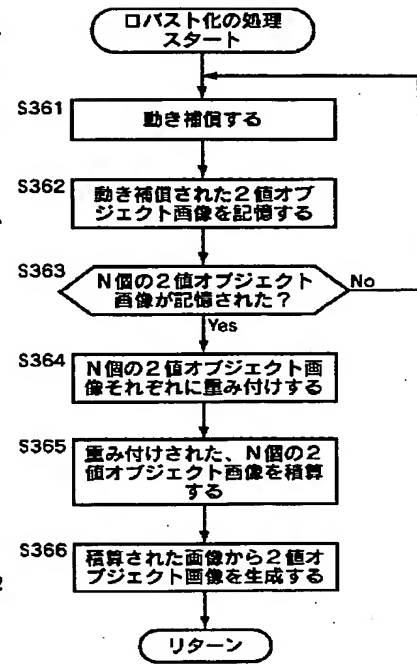


図 53

【図 40】

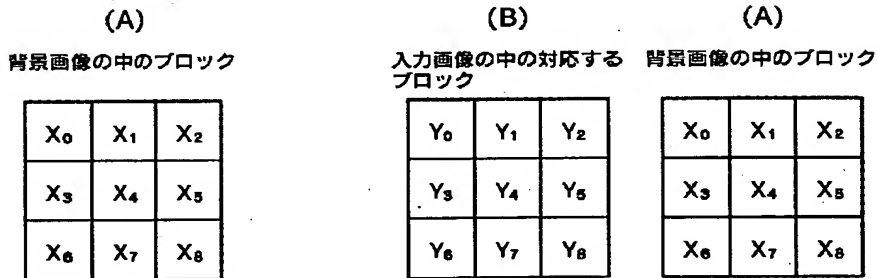


図 40

【図 41】

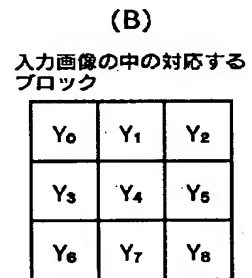


図 41

【図 51】

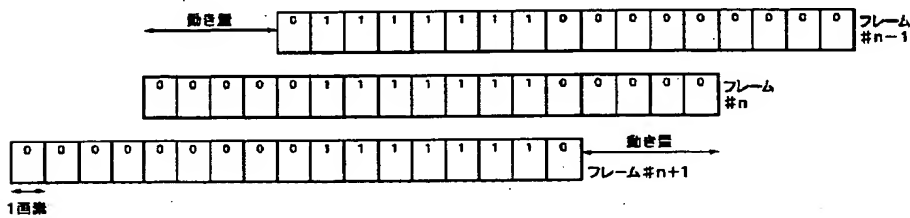


図 51

【図 4 2】

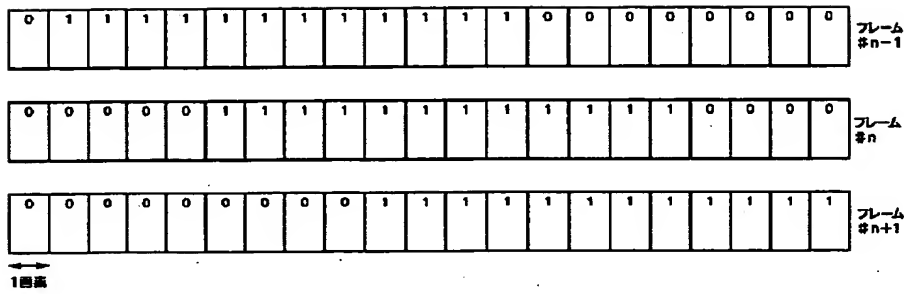


図 42

【図 4 3】

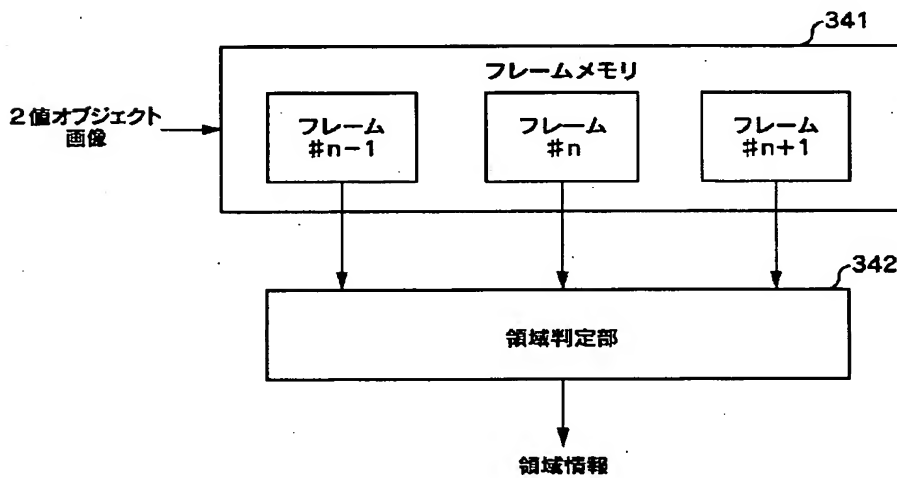


図 43

【図 4 5】

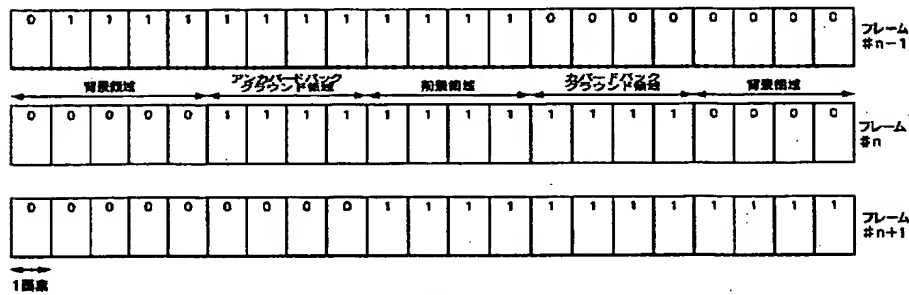


図 45

【図 6 4】

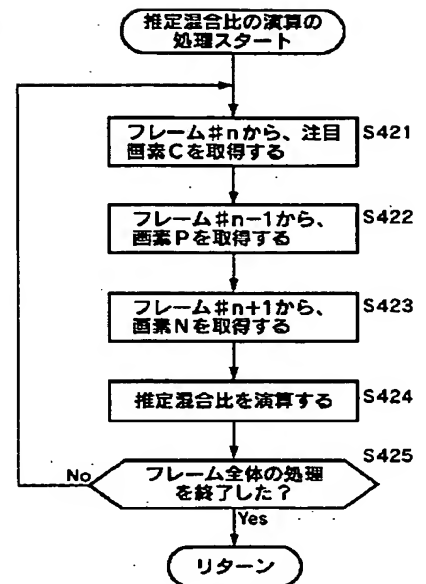


図 64

【図 47】

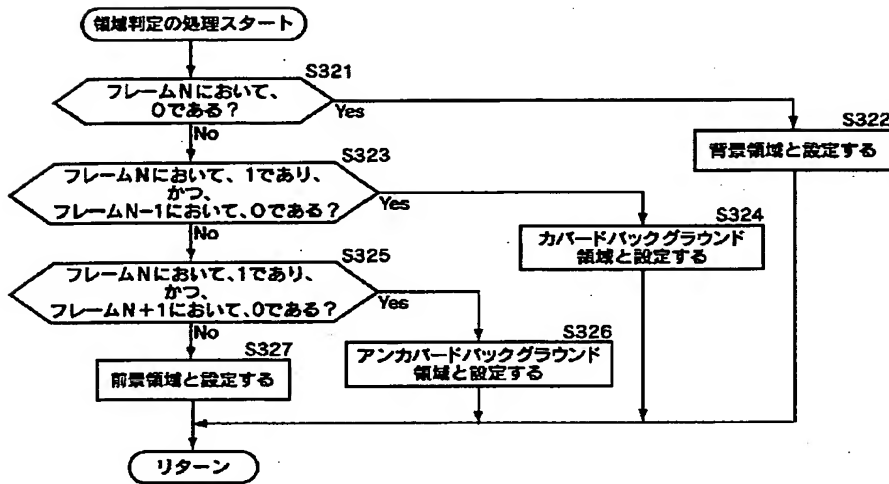


図 47

【図 70】

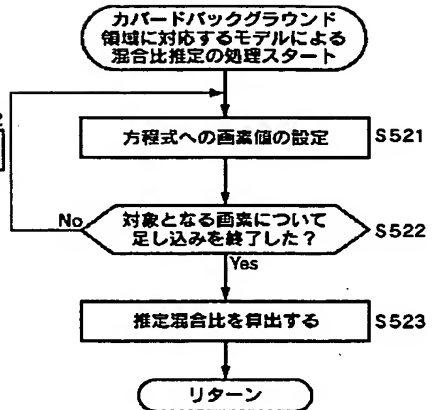
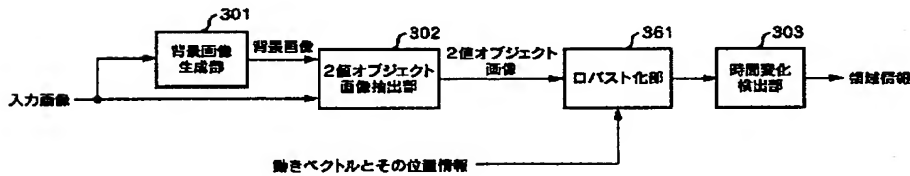


図 70

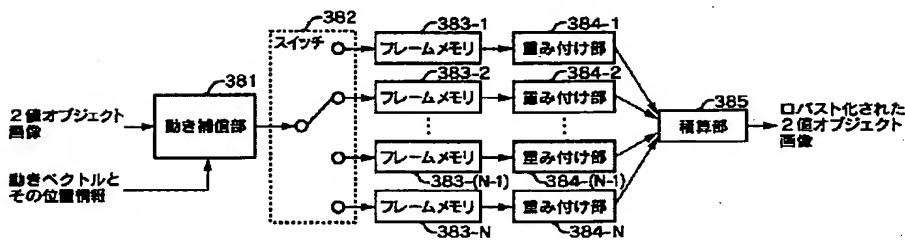
【図 48】



領域特定部 103

図 48

【図 49】



ロバスト化部 361

図 49

【図 50】

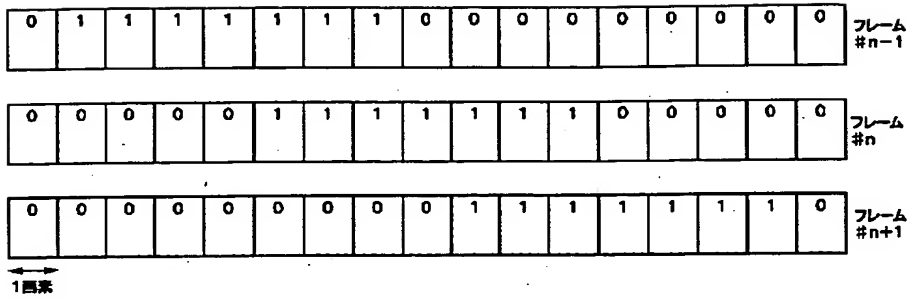


図 50

【図 54】

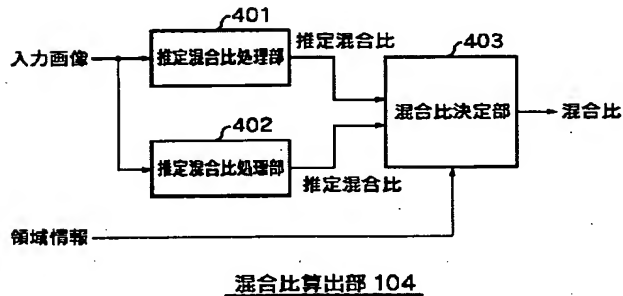


図 54

【図 55】

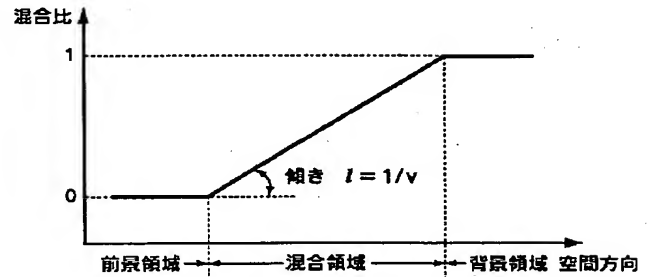


図 55

【図 56】

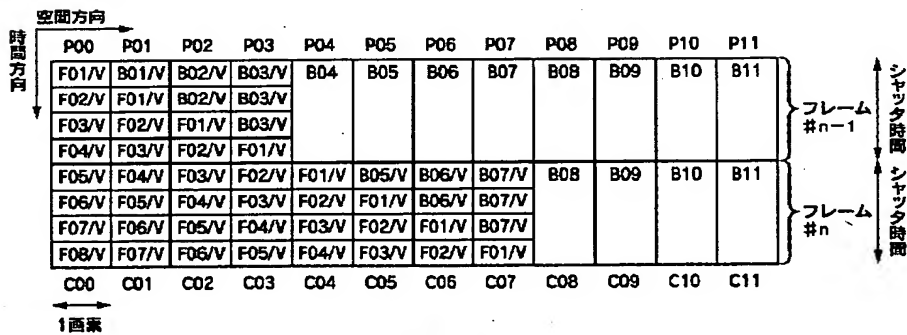


図 56

【図 73】

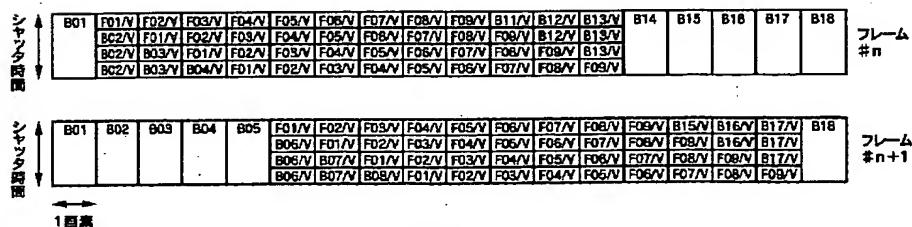


図 73

【図57】

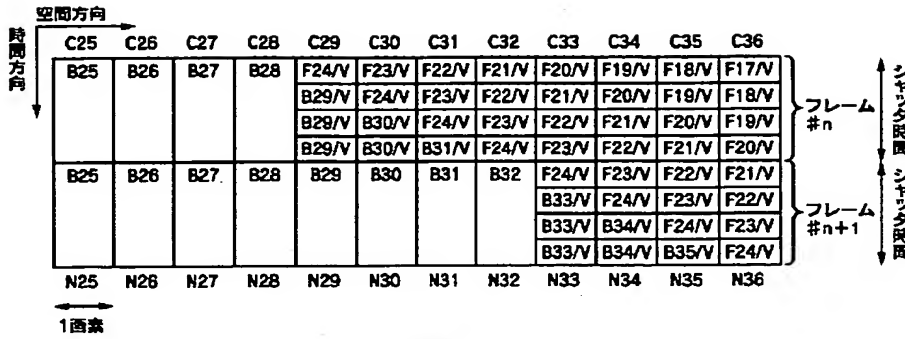


図57

【図58】

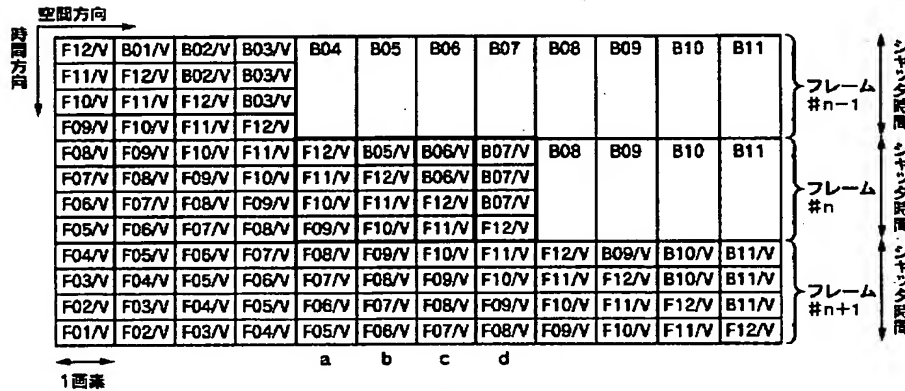


図58

【図59】

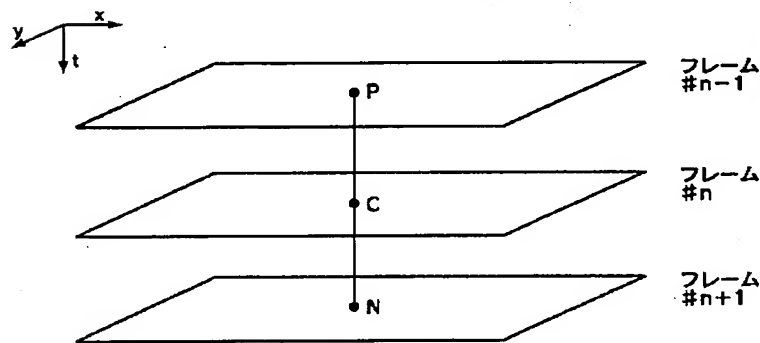


図59

【図78】



図78

【図63】

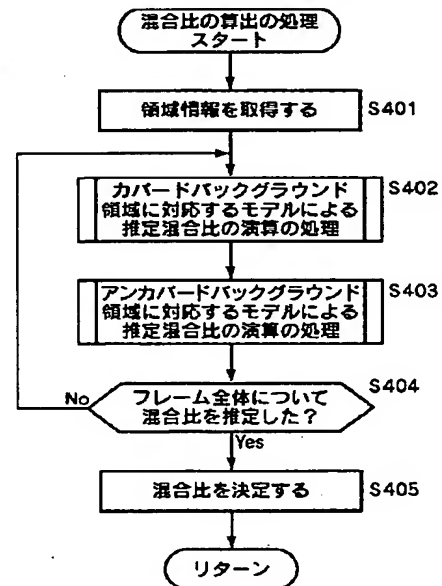


図63

【図 60】

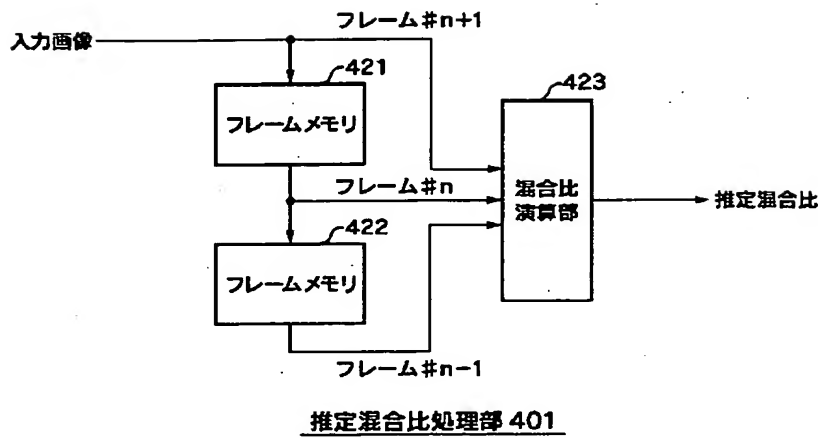


図 60

【図 80】

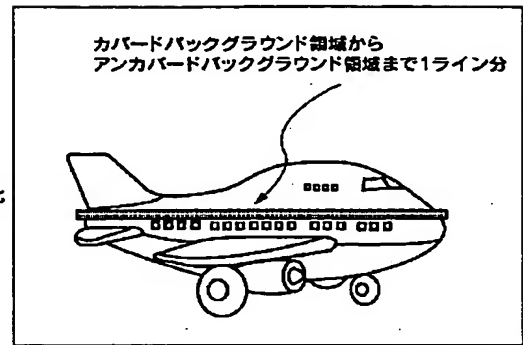


図 80

【図 61】

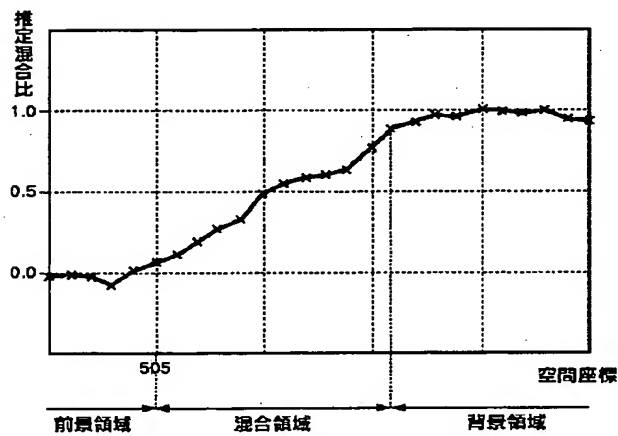


図 61

【図 65】

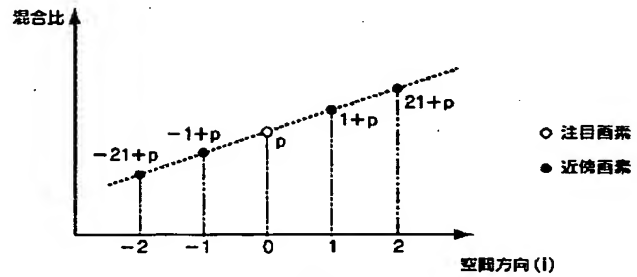


図 65

【図 69】

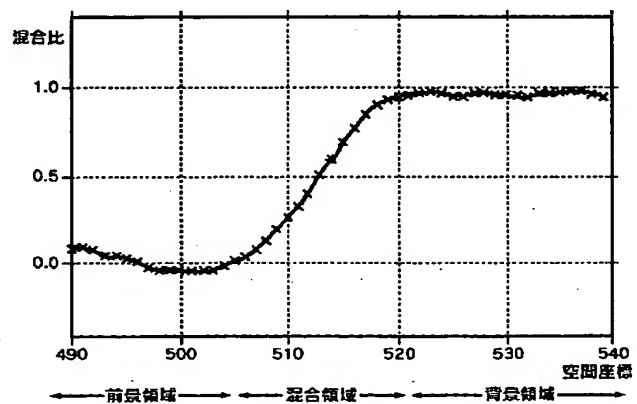


図 69

【図 66】

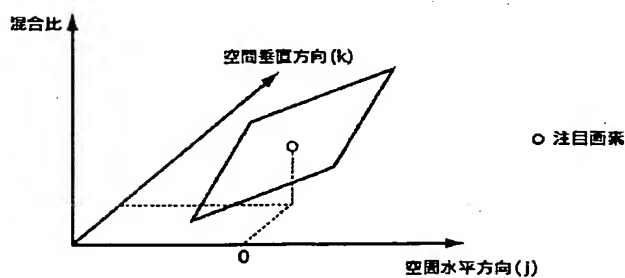
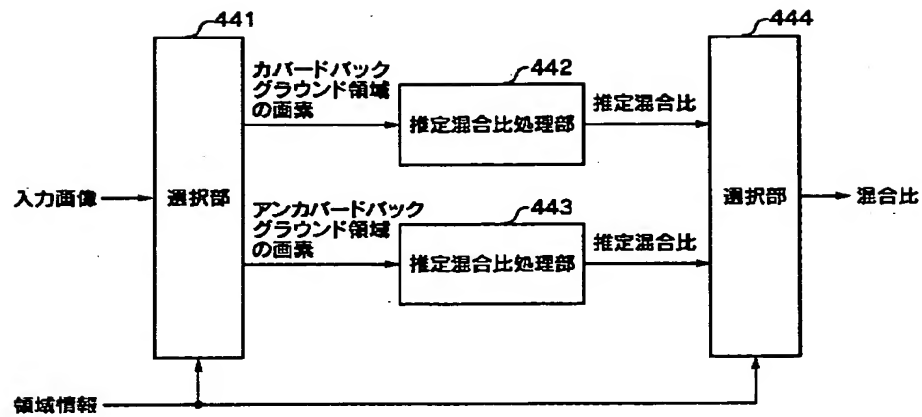


図 66

【図 62】



混合比算出部 104

図 62

【図 67】

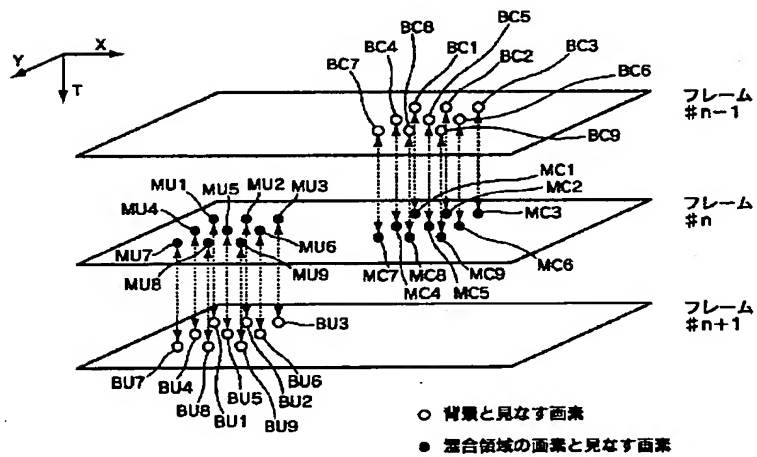
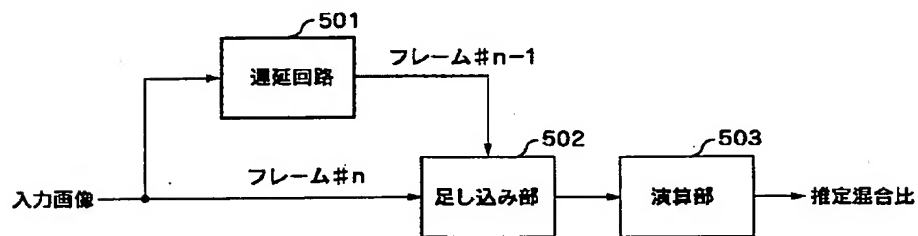


図 67

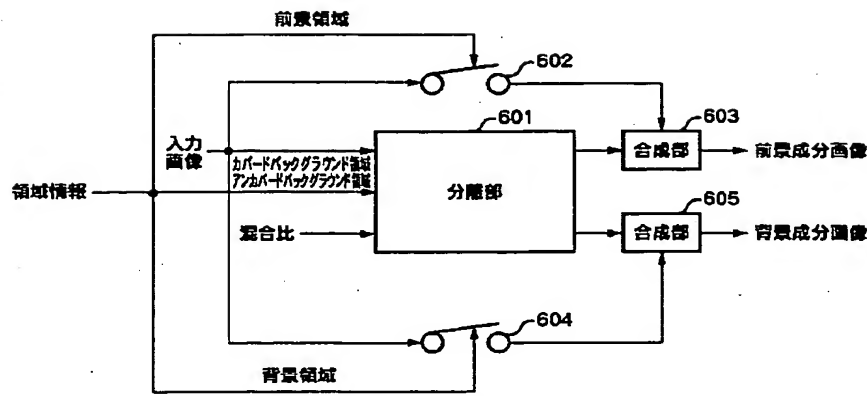
【図 68】



推定混合比処理部 401

図 68

【図 7 1】



前景背景分離部 105

図 71

【図 7 4】

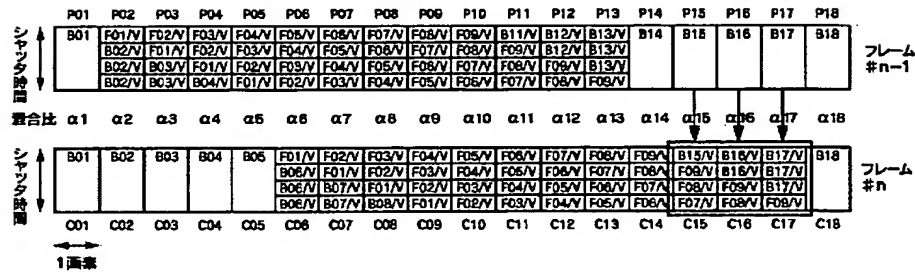


図 74

【図 7 5】

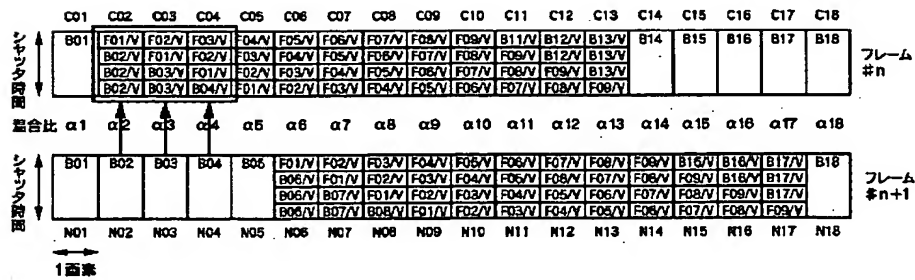


図 75

【図 72】

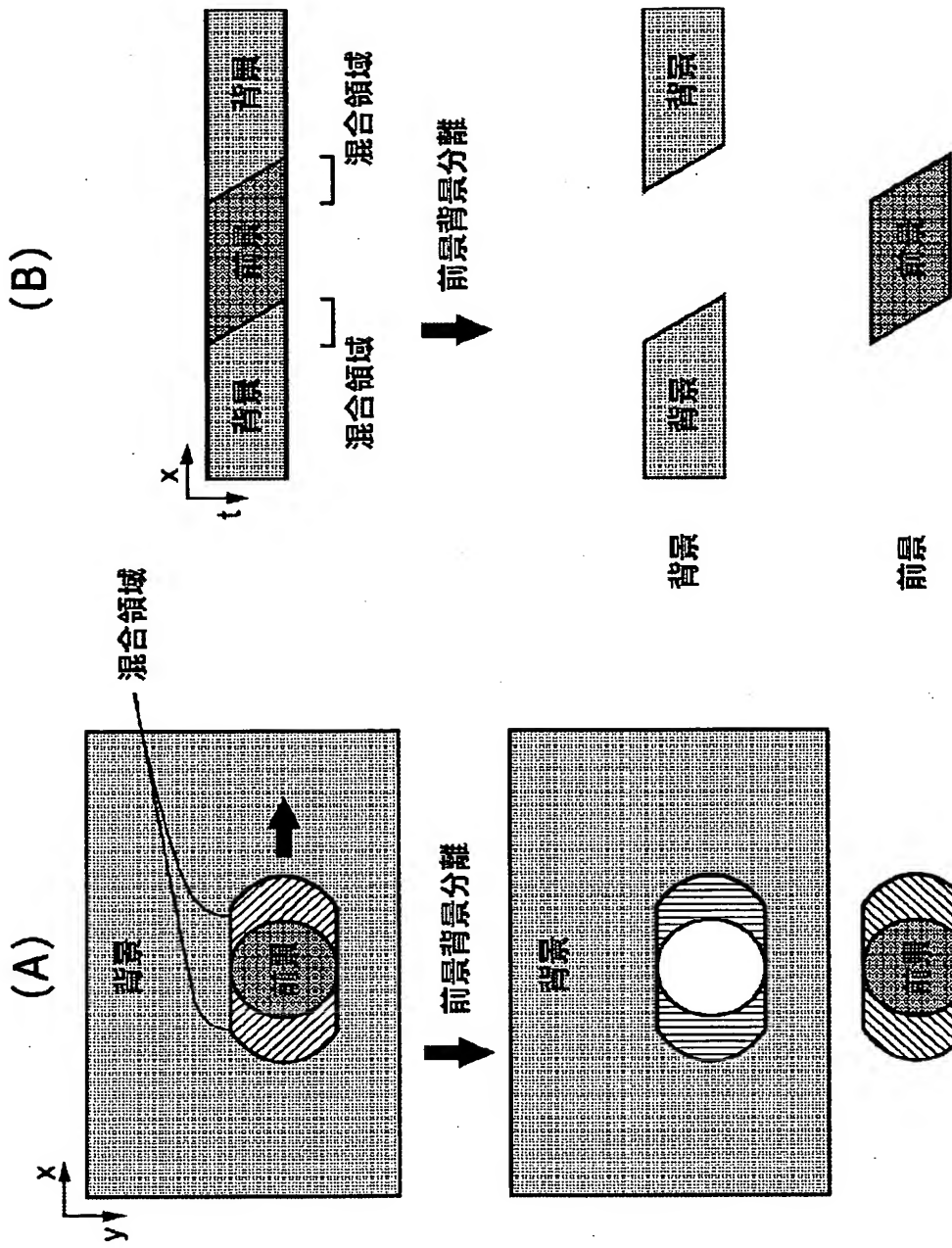


図 72

【図 76】

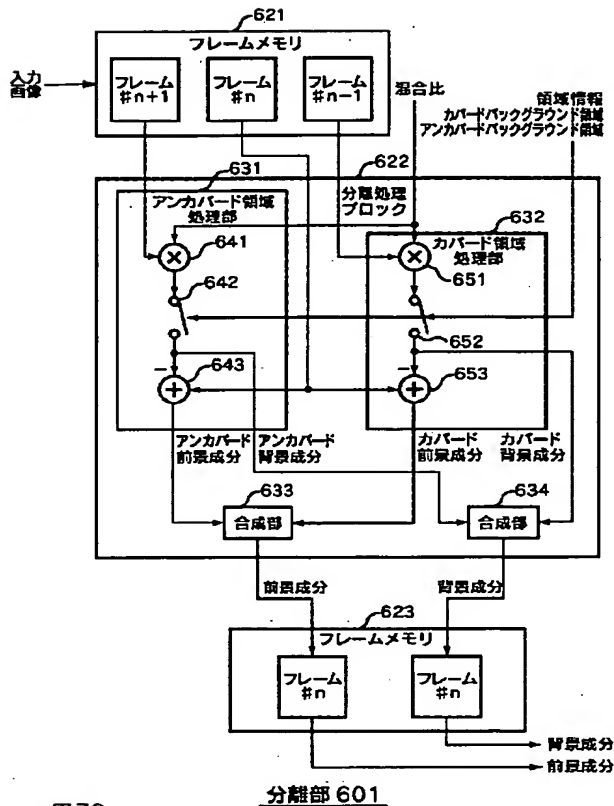


図 76

【図 84】

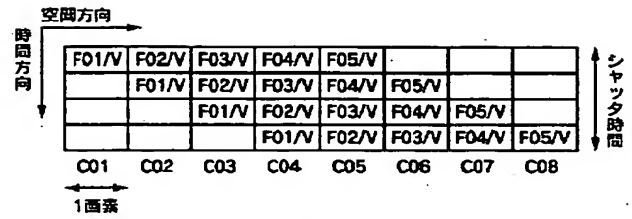


図 84

【図 95】

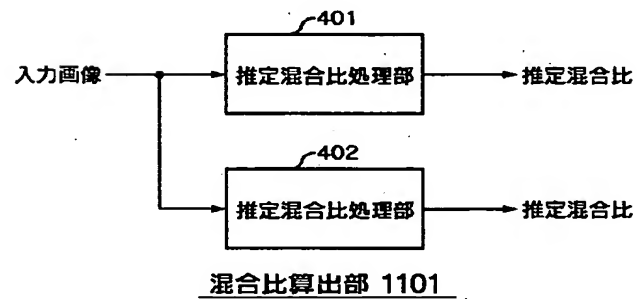


図 95

【図 77】

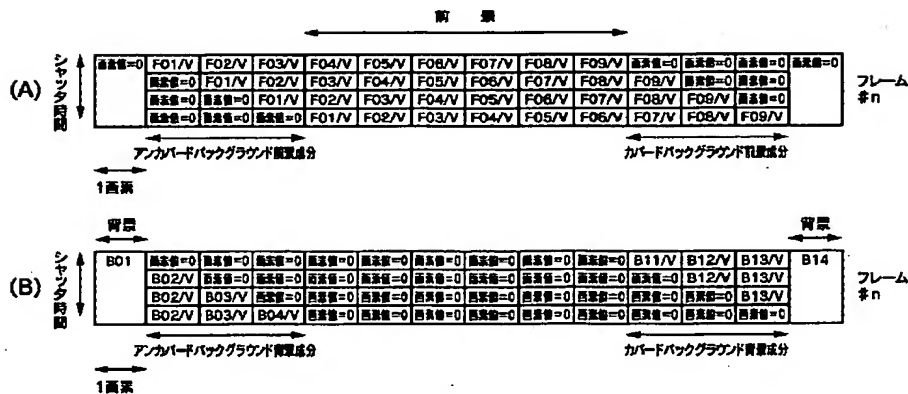
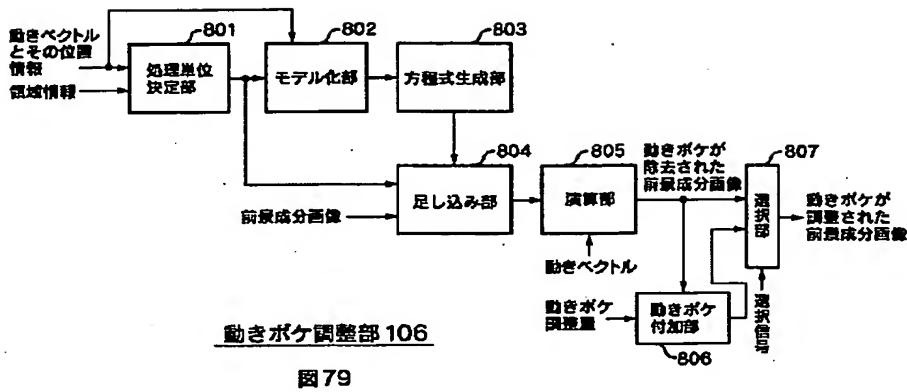
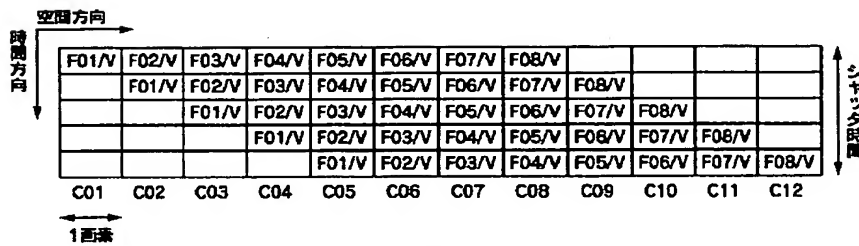


図 77

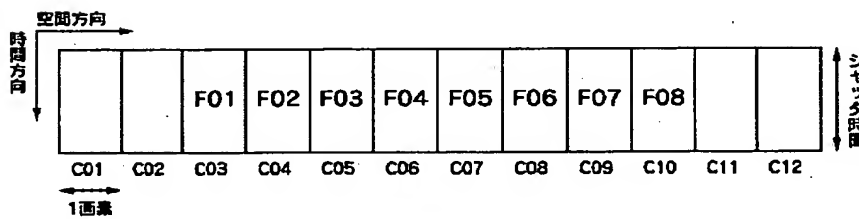
【図 7 9】



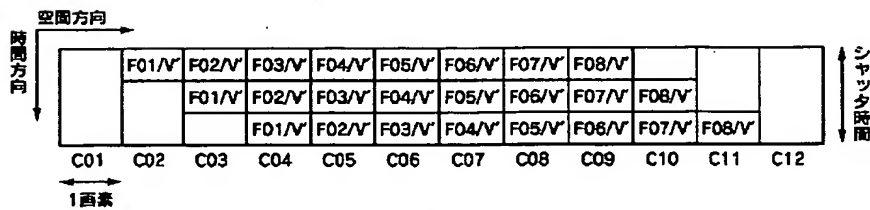
【図 8 1】



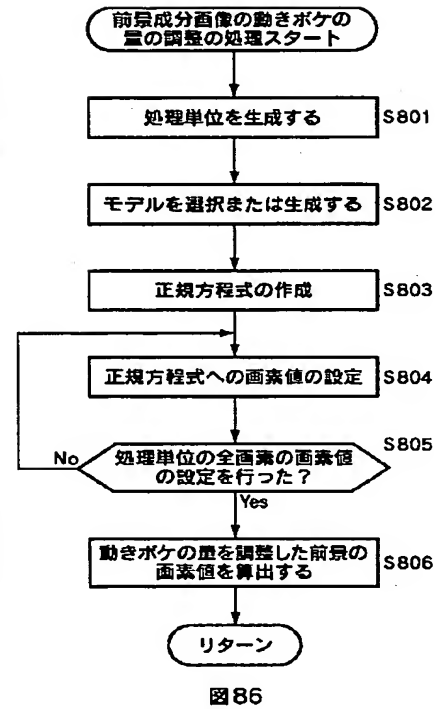
【図 8 2】



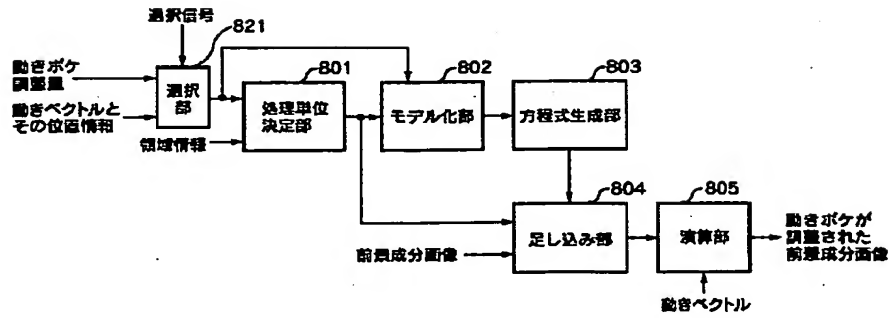
【図 8 3】



【図 8 6】



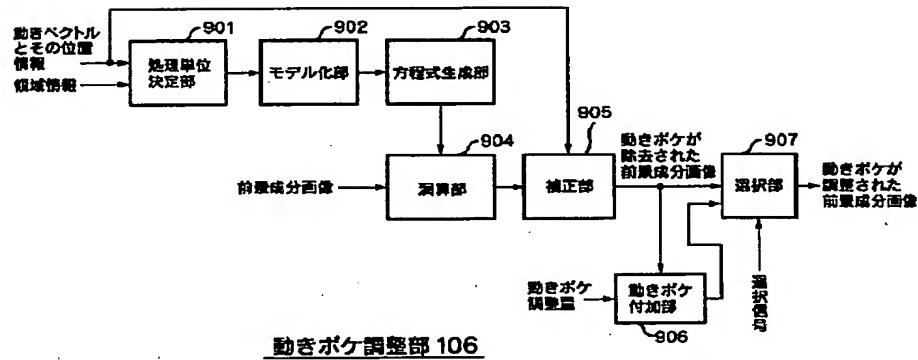
【図 85】



動きボケ調整部 106

図 85

【図 87】



動きボケ調整部 106

図 87

【図 88】

F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V				
	F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V			
		F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V		
			F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V	
				F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V
C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12

図 88

【図 89】

F01/V	F02/V	F03/V	F04/V									
	F01/V	F02/V	F03/V									
		F01/V	F02/V									
			F01/V									
				F01/V	F02/V	F03/V	F04/V	F05/V	F06/V	F07/V	F08/V	
C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	

図 89

【図 90】

F01/V	F02/V	F03/V	F04/V									
	F01/V	F02/V	F03/V									
		F01/V	F02/V	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	F08	
			F01/V									
C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	

図 90

【図 91】

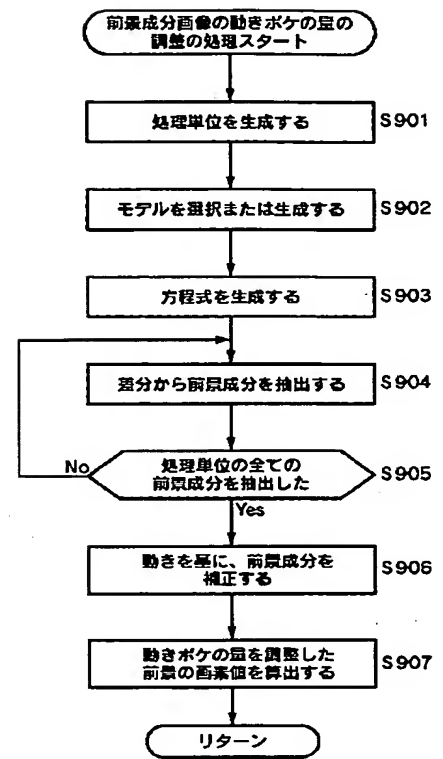


図 91

【図 92】

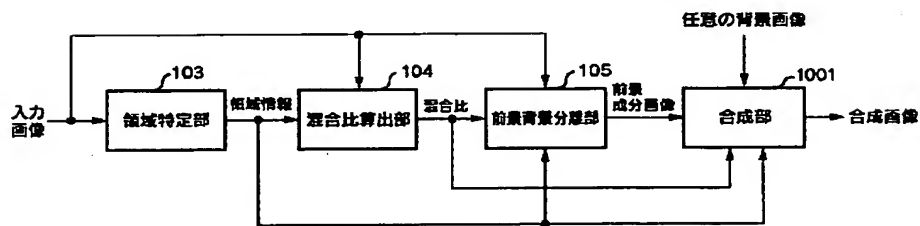


図 92

【図 103】

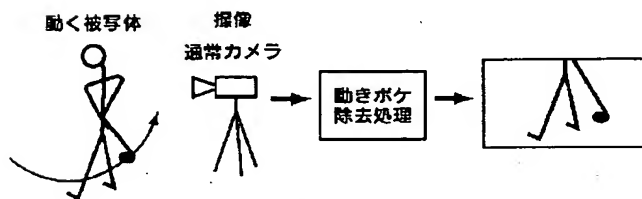


図 103

【図 9 3】

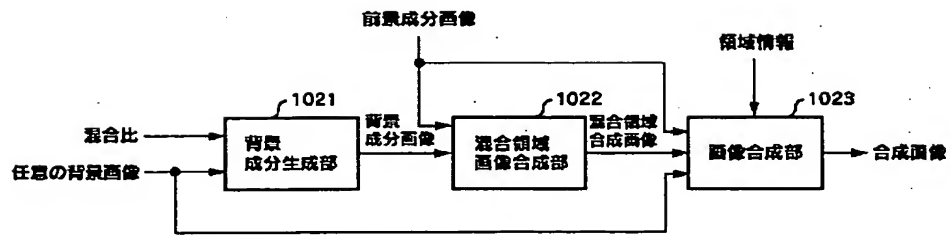
合成部 1001

図 93

【図 9 4】

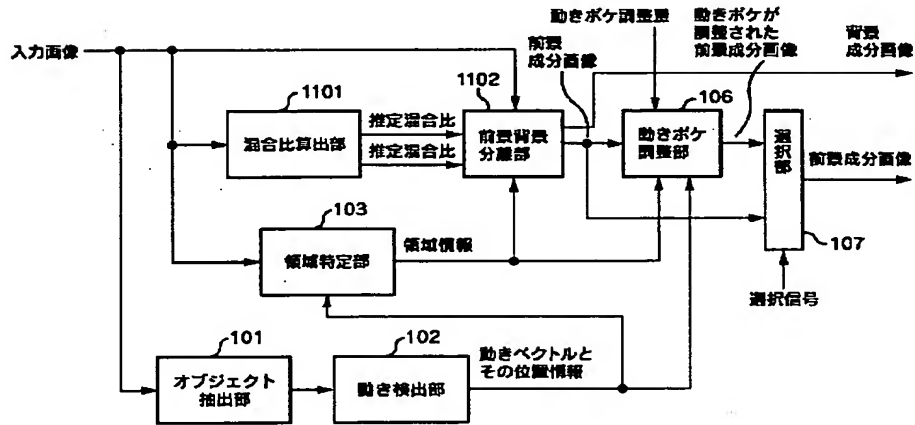


図 94

【図 9 6】

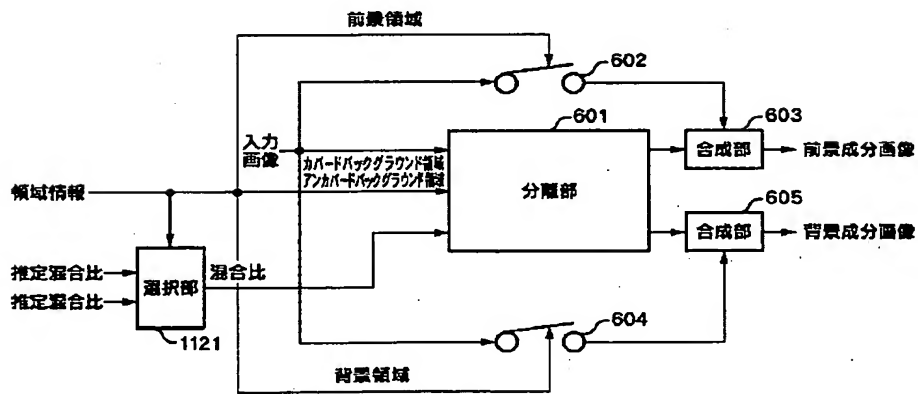
前景背景分離部 1102

図 96

【図97】

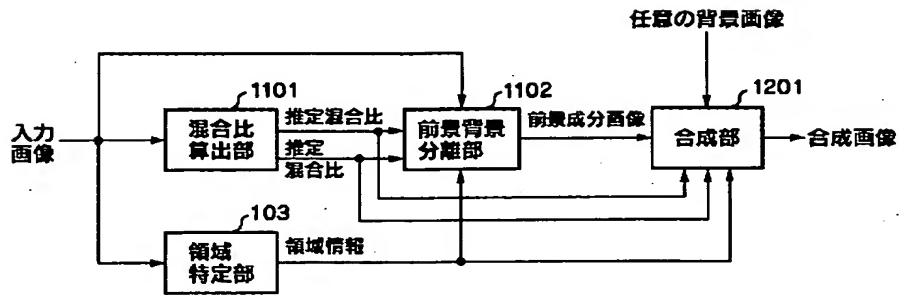


図97

【図98】

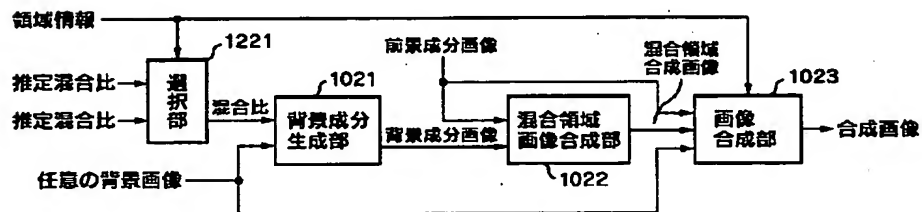
合成部 1201

図98

【図100】

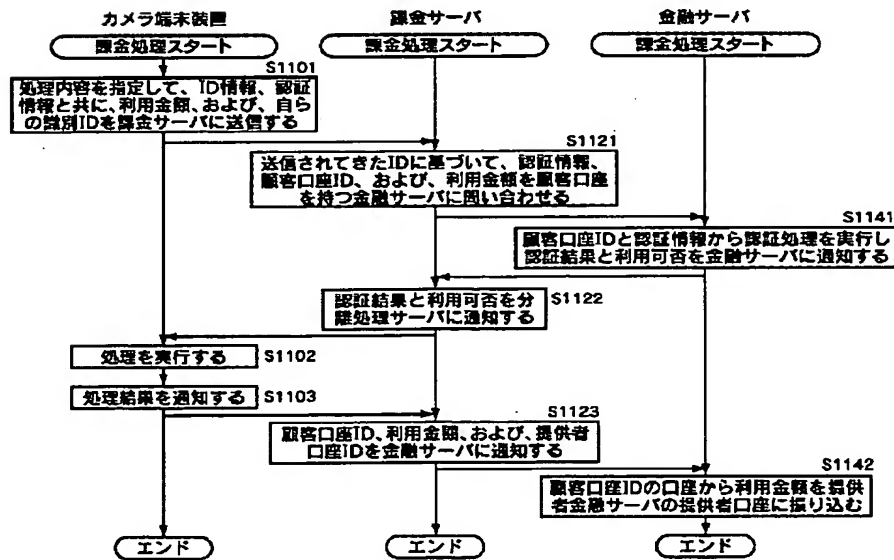


図100

【図99】

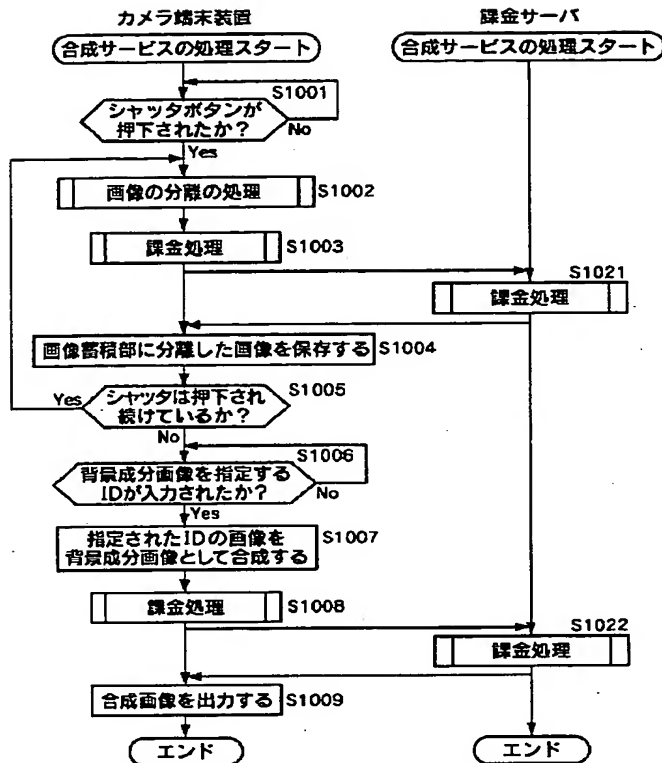


図 99

【図106】

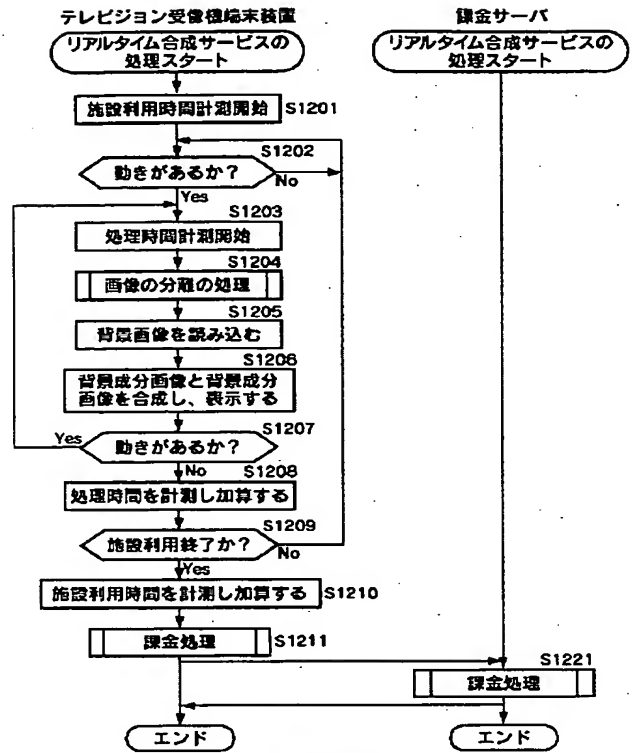


図106

【図101】

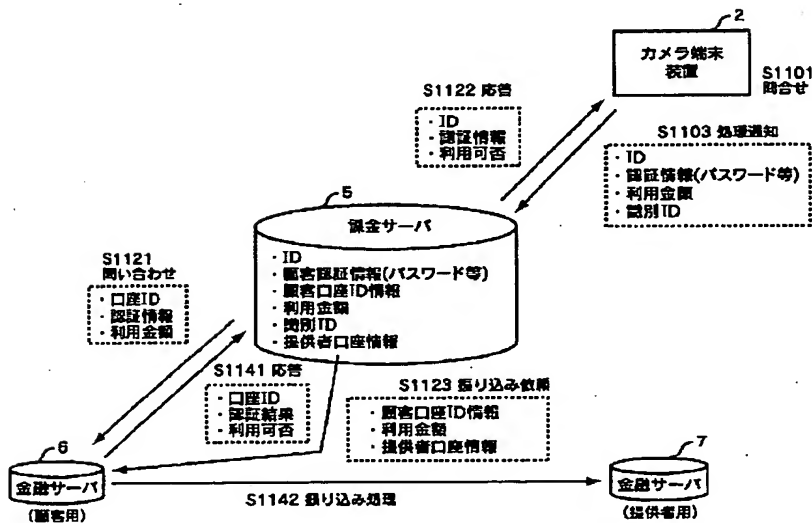


図101

【図102】

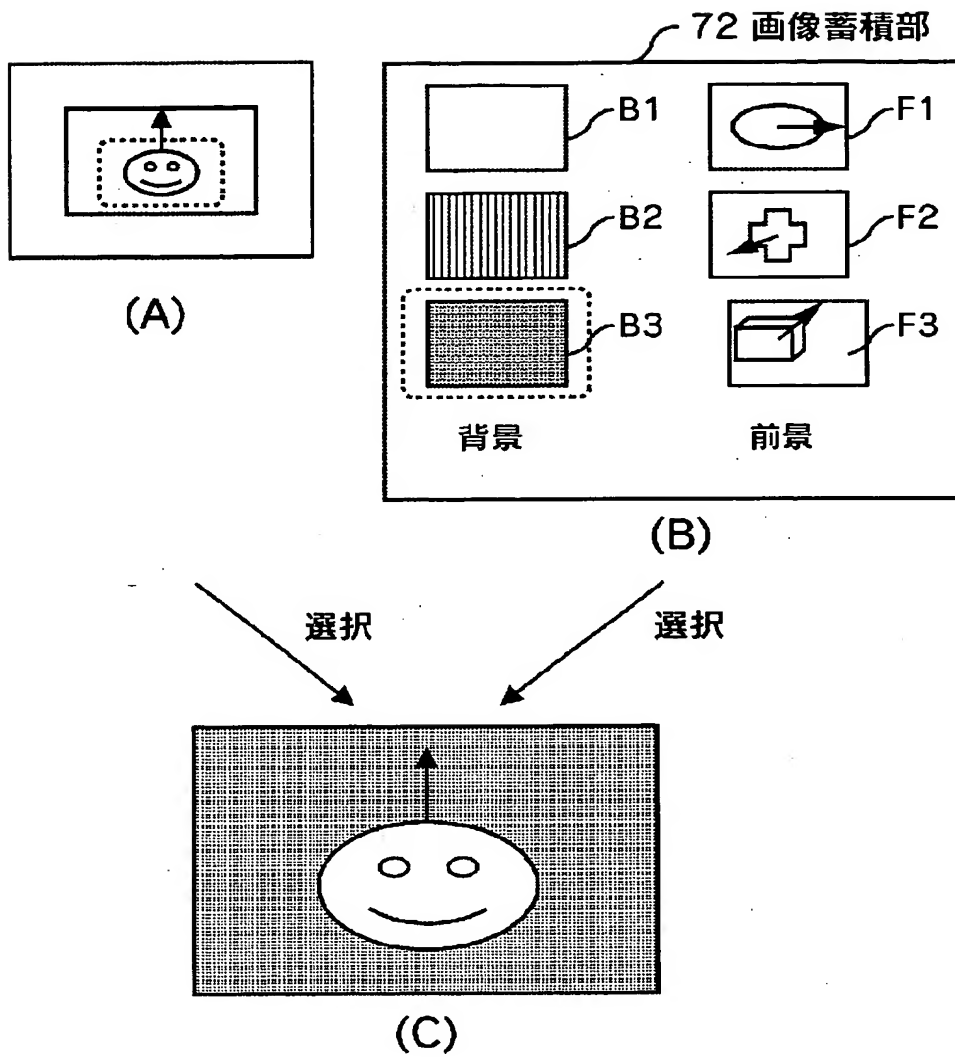


図102

【図104】

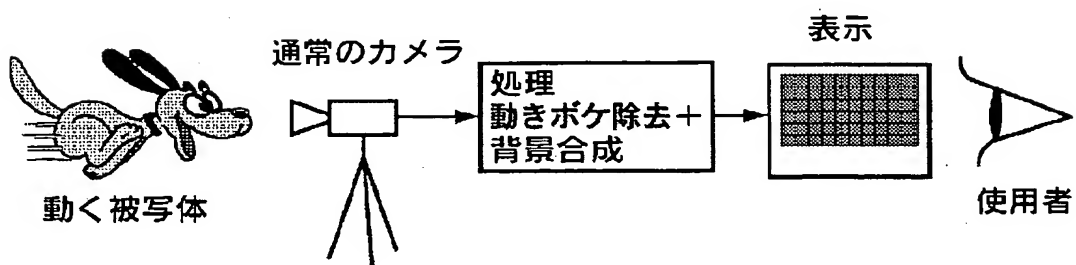


図104

【図105】

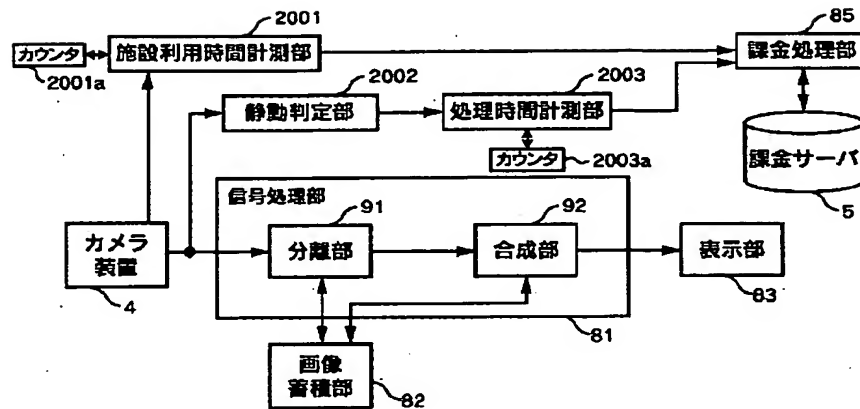


図105

【図107】

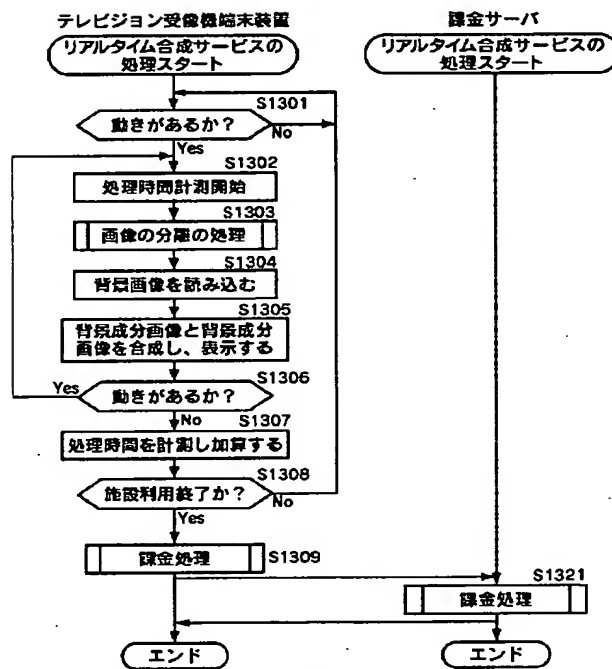


図107

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷H04N 7/173
7/18

識別記号

610

FI

H04N 5/91
5/92

テマコード (参考)

L
H

(72)発明者 石橋 淳一
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 沢尾 貴志
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 藤原 直樹
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 和田 成司
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 三宅 徹
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ
ー株式会社内
Fターム(参考) 5B057 BA02 CA08 CA16 CB08 CB16
CB19 CE02 CE08 CH01 CH11
DA08 DB09 DC32
5C053 FA07 FA23 KA01 LA01 LA06
LA14
5C054 AA02 AA04 CC02 DA06 FC12
FC13 GA01 GA04 GB14 HA05
5C064 AC04 AC12 AD06 BA07 BB01
BC16 BC23
5L096 AA06 CA04 CA14 DA01 EA35
EA39 GA08 HA02 HA03 JA07
LA01